

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA.**

**EFFECTO DE LA PROTEÍNA CRUDA Y LA ENERGÍA EN LA FERTILIDAD  
DE VACAS LECHERAS EN OCHO GANADERIAS DE EL SALVADOR.**

**POR:**

**DAVID ERNESTO ZAVALA JEREZ.  
FLOR DE MARÍA LÓPEZ HERNÁNDEZ.  
BERNARDO VENTURA VENTURA.**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**SAN SALVADOR, JULIO DE 2005.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA:**

**DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ.**

**SECRETARIA GENERAL:**

**LIC. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA**

**SECRETARIO:**

**ING. AGR. SANTOS ALIRIO SANDOVAL.**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**ING. AGR. M.Sc. JUAN| FRANCISCO ALVARADO PANAMEÑO.**

**DOCENTES DIRECTORES:**

**ING. AGR. M.Sc. ELMER EDGARDO COREA GUILLÉN.**

**ING. AGR. M.Sc. JOSÉ GABRIEL ROSALES.**

## RESUMEN.

La investigación se realizó en ocho lecherías ubicadas en la zona central y occidental de El Salvador. Consistió en una evaluación nutricional en vacas de alta producción haciendo énfasis en la proteína cruda y la energía. Se realizó mediciones de condición corporal y de nitrógeno ureico en sangre como indicadores de estos nutrientes. Además, se hizo una evaluación del desempeño reproductivo durante un año en el contexto de la situación nutricional de cada ganadería.

El estudio de campo se realizó en la época seca (abril) y lluviosa (septiembre) de 2004, las determinaciones de laboratorio concluyeron en enero de 2005.

Para la evaluación nutricional, se muestreó el concentrado y los forrajes de las dos épocas y se hizo mediciones del consumo de estos. A los concentrados se les hizo el análisis proximal (proteína, humedad, fibra cruda, grasa y ceniza), a los forrajes se les hizo además de estos determinaciones de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina.

Usando las cantidades de cada alimento en la dieta y sus composiciones determinadas en laboratorio, se calculó las cantidades de nutrientes (proteína cruda y energía) ofrecidos en la dieta (vaca promedio/día). A la oferta se le restó los requerimientos para encontrar el balance. Para esto se utilizó el Dairy Cattle Program del National Research Council (NRC) 2000. Se calculó además el costo de la ración, el consumo de materia seca, la relación forraje concentrado en materia seca, proteína cruda y energía aportadas por el suplemento, costo por kg de proteína y Mcal de energía neta de lactación (NEL) en la dieta y en los forrajes y concentrados individualmente y costo en alimentación por litro de leche.

Se tomó muestra de sangre yugular en el 25% de las vacas de alta producción, con tubos vacutainer sin anticoagulante, se separó y congeló los sueros. Se determinó nitrógeno ureico en sangre (NUS) por espectrofotometría, usando el kit UREA CE de LAB TEST DIAGNOSTICA.

Se midió la condición corporal (Edmonton y col, 1989) en la época seca y lluviosa, en un 30% de las vacas en producción, y se tomó la fecha de parto en cada caso.

Se tomó información reproductiva en relación a fecha de parto, fechas de servicios, diagnóstico de gestación para vacas con partos entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2004, para calcular los parámetros reproductivos días abiertos y servicios por concepción.

Se analizó el efecto de finca y época del año sobre: el consumo de materia seca, el balance de proteína, balance de energía, contenido de fibra neutro detergente en la dieta y aporte proteico por parte del suplemento, utilizando el modelo general lineal (GLM) del programa Statistic Analysis Sytem (SAS). En las variables que se encontró significancia, se realizó una prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Los consumos de materia seca en las distintas lecherías oscilaban entre 14 a 24 kilogramos vaca/día y normalmente son cercanos a los consumos esperados. Es notable que se utiliza más materia seca del concentrado, alrededor del 60% del total de la dieta.

Las cantidades de alimento concentrado ofrecido oscilaron entre 6.82 a 12.9kg y los forrajes 21 y 53 kg/día en base húmeda.

El balance proteico mostró excesos con respecto a los requerimientos en todas las ganaderías; en promedio 544gr en época seca y 797gr en época lluviosa y entre 55% y 90% de este nutriente es proveniente de alimento concentrado ofrecido.

La calidad de los forrajes ofrecidos en las distintas dietas es deficiente, la mayoría presentan contenidos de Fibra Neutro Detergente mayores de 65% así como contenidos de lignina superiores al 7%.

En el balance energético se encontraron excesos hasta de 6.3Mcal de Enl/día, que representa el 25% por encima del requerimiento de la vaca. Este nutriente es aportado entre 57 y 81% por el alimento concentrado.

Con relación al costo de materia seca, el kg de forraje cuesta cerca un tercio del costo del kg de concentrado.

En las dietas (tal como ofrecidas), el costo del kg de proteína cruda fue de \$ 0.94-1.70 y el de Mcal de Enl fue entre \$ 0.12 y \$ 0.14. En los forrajes (en base seca), el kg. de proteína cruda cuesta de \$ 0.41 a \$ 6.43 y la Mcal de Enl de \$ 0.06 a \$ 0.14. El costo del kg de proteína cruda y Mcal Enl en los concentrados (en base seca) es de \$ 1.08 a \$ 1.55 y de \$ 0.13 a \$ 0.16 respectivamente.

El costo por litro de leche producido por alimentación fue \$ 0.18 en promedio, su variación fue de \$ 0.12 a \$ 0.24.

Los valores de nitrógeno ureico en sangre encontrados fueron de 11.78 hasta 32mg/dl, el 69% de las vacas se situaba arriba del rango aceptable (12-18mg/dl).

Los parámetros reproductivos evaluados en las ganaderías tienden a ser deficientes, se encontró valores extremos de hasta 206 días abiertos y 3.46 servicios por concepción, y valores aceptables de 102 - 110 días abiertos y 2 - 2.33 servicios por concepción.

Se concluye que en las condiciones del estudio, la calidad de forrajes es deficiente, existen excesos de proteína en las dietas, el uso de alimentos concentrados en alto, que la mayoría de nutrientes son aportados por este mismo, y que a mayor uso de forrajes disminuye el costo por litro de leche producido.

## AGRADECIMIENTOS.

- **A DIOS PADRE, HIJO Y ESPIRITU SANTO:** Por darnos fuerza, sabiduría y sobre todo FE para seguir adelante.
- **A NUESTROS PADRES:** Por todo sus esfuerzos, sacrificios y paciencia, por apoyarnos y aguantarnos en todo el trayecto de nuestra formación universitaria.
- **A NUESTROS DOCENTES DIRECTORES:**  
Ing. Agr. M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillen.  
Ing. Agr. M.Sc. Jose Gabriel Rosales Martinez.  
por todos los conocimientos compartidos, por ser maestros y además amigos.
- **A LOS GANADEROS:** Por ser tan amables y accesibles al realizar la investigación en sus respectivas fincas.
- **AL PERSONAL** del laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas y CENSALUD de la Universidad de El Salvador en especial: Dra. Francisca Cañas de Moreno, Ing. Agr. Milton Tensos, Lic. Digna de García, Don Nico y Lic. Rene Francisco Ramos.
- **A TODAS LAS PERSONAS** que laboran en todas las ganaderías donde se realizó la investigación.
- **A NUESTRA ALMA MATER:** Por darnos la formación profesional.

## DEDICATORIA.

- **A DIOS TODO PODEROSO:** Por haberme iluminado y darme paciencia para la finalización de esta investigación y carrera profesional.
- **A MIS PADRES TERESA DE JESUS JEREZ GRANADOS Y LEE CHIN TANG:** Por haber sido una parte fundamental en mi formación profesional y personal, así como también por apoyarme en momentos difíciles de mi vida.
- **A MIS ASESORES DE TESIS:** Ing. Agr. M.Sc. Edgardo Corea e Ing. Agr. M.Sc Gabriel Rosales, por dirigir con éxito mi trabajo de investigación, por su amistad y apoyo.
- **A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:** Que de una u otra manera finalizamos la investigación.
- **A EL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA:** Especialmente a Ing. Agr. M.Sc. Panameño y Roxanita
- **A MIS MAESTROS:** Por sus enseñanzas técnica y científicas a lo largo de mi vida como estudiante universitaria.
- **A MIS COMPAÑEROS DE CLASE:** Por compartir su amistad y conocimientos.
- **A MIS AMIGOS:** Aldemaro, Álvaro, Baudilio, Mario, Rolando, Yanira, Luis, Fernando, Chumbi, Maria José (flaca), Maria José (majodрила), Francis, Emilia, Peluca, Peludo, Manuel, Abarca, Peski, Erick, Robert, Pato, Robin, Mauro, Mercedes, Nidia, Chalate, Salinas, Alex, Roldan, Colocho, Paniagua, Xoxil, Siliezar, Silver, Ricardo, Choto, El Viejito (Victor), Petulante (Nelson), Marcela, Rene, Silvita, Beatriz, Elena, Leo, Rubén, El Chelón, Leyton, Joaquín, Milton, Arturo, El Tribi, Camello, El Chino, Mike, El Pelon, El Ratón, El Cuervo, Brito, Monica, Juan Andrés, Brenda, Zulma, Carmencita, Carmen Rene, Silvia, Paty, Fabio, Cledy, Helga, Paola, Evelin, Catilie, Lyn, Gracia, Alta Gracia, Mario (seco), Pocho, Sanvi, El Ronco, Luis (Bachita), Chepe, Jorge, Jorge (repollon) Los Amigos Chapines (Chepe, Burro, Nancy, Paola, Roxy, Shenny, Roberto, Machinmon, Pablo, Cindy, Alejandra, El Perica, Manolo, Tecun, Xuxa).

**DAVID ZAVALA JEREZ.**

## DEDICATORIA.

- **A Dios, Señor Jesucristo**, por la vida, salud, fuerza, sabiduría e iluminación durante toda la carrera y más en este trabajo; y a la Virgen María, por su intercesión.
- **A mis papás: German y Gloria** por el apoyo en todas sus formas, su paciencia, por compartir conmigo, por la inspiración, por estar ahí siempre, por su ejemplo, amor, consejos y por ser como soy. Esto más que de nadie es de ustedes. Son todo para mí.
- **A mis hermanos** German y Gloria también y Luis, por todo el tiempo que compartimos. A mi prima Tanya y a mi abuela mamá Tana, que las quiero un montón; a Maby y mis demás primos, Adonis y Jhosseline, Axel y Machi mis sobrinos, mis tíos y tías y todos los demás familiares que siempre están pendientes de mi formación y triunfos.
- **A mis amigos** que me han acompañado a lo largo de mi carrera o en parte de ella, y que me han regalado sonrisas y apoyo en los momentos necesarios: la chalu (la primera), su familia y Jairo; Miltiton y Joaqui, Reina, Karina y Vicky, los rirris: Zavala (que también fue mi compañero de tesis), Chalate, Rubén y Mauris; el Wash, Sandrix y Cindy, Serafín, Paniagua, Víctor, Eladio, Espe y Bravo; Cesarito, Pelonino y Tobi.
- **Mis otros amigos** que también han sido parte importante en mi vida pero que ya no cabían en el párrafo anterior: Ñoñán, Richi, Brain, Fabio, Robin, Will, Marvin, Bernis, Chana, Eli, Calderón, Edis, Olguis, Rocío, Wilber y Jiovanny, los reventados David y Josa, Ángel, Luis; Paty y Silvia; Nancy, China, Nuria, Martita, Evelin, Mimi, Lupe, Thania, Paty, Vero y la Cometín; Papá Lalo, Armando (gancho), 1000ton, William (dólar), Pipó, Mario, Coca, Chanty, Leo, Chepe Luis, Romero, William M., Williams y Memo, don Héctor, Luis Avelar, Manolo y el Doc. Nicolás; Claudia Piche; Gianki, Edwin (horsy) y Oliver; Góngora, Adolfo, Santiago y Herbert; Roberto Zavala.
- **A ciertas personas** que siempre me da gusto saludar por la alegría que me brindan: Ing. Paz Quevedo, Ing. Zambrana, Helga, niña Delfina, Don Nico, Tía Cristy, Lic. Digna.
- **A los diferentes Ingenieros (as) y Licenciados** que fueron mis docentes y además amigos: Lic. Juvencio, Dra. Francisca de Moreno, Ing. Bernabé, Ing. Montes, Ing. Leyton, Ing. Juan Rosa Quintanilla, Ing. Aparicio, Ing. Lara, Ing. Villalta, Ing. Aguirre, Ing. Lupita, Ing. Carrillo, Ing. Panameño, Ing. Orellana, Ing. Miguel Hernández, Ing. Sermeño, Ing.

García Salinas, Ing. Yúdice, Ing. Salomón, Dr. Landaverde, Ing. Dueñas, Ing. Tejada, Ing. Roldán, Ing. Morena de Soto, Ing. de Solano; casi todos pero todos fueron buenos conmigo.

- **Al Ing. Corea nuestro asesor**, por confiar en nosotros para realizar este trabajo y por ser nuestro amigo y **al ing. Rosales** por colaborarnos en todo y compartir sus conocimientos.
- **A los del Departamento de Química Agrícola**, por ser buenos compañeros, en especial a la Doctora por permitirme trabajar allí y porque a través de ello pude obtener nuevas y buenas experiencias de todo tipo y conocer a muchas personas muy valiosas.
- **A los equipos** de fútbol universitario masculino y femenino y al equipo de tercera división de la UES; por las bonitas experiencias que viví junto a ellos y por todas las personas que conocí.
- **A muchas personas más** que me acompañaron y alegraron en diferentes momentos de la carrera, que compartieron experiencias conmigo y que influyeron positivamente en mí para poder llegar a finalizar este proceso; pero que sus nombres no aparecen aquí. No se preocupen, que acá el espacio es limitado pero en mi corazón caben y hasta sobra espacio.

**FLOR LÓPEZ.**

## INDICE

### CONTENIDO

RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	vii
DEDICATORIA	viii
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xvi
INDICE DE ANEXOS	xvii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO.....</b>	<b>20</b>
2.2.1 El ciclo productivo de la vaca lechera.....	20
2.2.2 El ciclo reproductivo de la vaca lechera.....	21
2.2.3 Importancia de un buen desempeño reproductivo.....	24
2.2.4 Indicadores del desempeño reproductivo.....	24
2.2.5 Factores que influyen en el desempeño reproductivo.....	27
2.2.5.1 El ambiente.....	27
2.2.5.2 El manejo.....	28
2.2.5.3 Selección genética.....	29
2.2.5.4 Salud.....	30
2.2.5.5 Alimentación.....	36
2.2.5.6. Los Excesos de los Nutrientes.....	37
<b>2.3. NUTRICIÓN Y REPRODUCCIÓN.....</b>	<b>39</b>
2.3.1. Proteína.....	39
2.3.1.1. Transformación de la proteína en el rumen.....	40
2.3.1.2. Metabolismo en el Hígado y Reciclaje de Urea.....	40
2.3.1.4. Proteínas y Nitrógeno no Proteico en la Ración de las Vacas Lecheras.....	41
2.3.1.5. El Rol de la Proteína en la Fertilidad.....	42
2.3.1.6 Efectos de los Excesos de Proteína.....	44
Eje ovario-hipófisis:.....	45
Efectos en el ambiente uterino y en el embrión:.....	45
2.3.1.7 Urea y Reproducción.....	46
2.3.2. Energía.....	50
2.3.2.1 Balance Energético y Fertilidad.....	50
2.3.2.2 Energía y Producción de Leche.....	51
2.3.2.3 Medida de la Condición Corporal.....	52

2.3.2.4 Efectos del Balance Energético Negativo en el Hígado.....	54
<b>2.4. ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LAS RACIONES.....</b>	<b>54</b>
2.4.1 Grupos Alimenticios.....	55
2.4.1.1 Forrajes .....	55
2.4.1.2 Concentrados .....	56
2.4.1.3 Minerales y Vitaminas. ....	56
2.4.2 Evaluación Biológica de los Alimentos. ....	59
2.4.2.1 Pruebas de Digestibilidad.....	59
2.4.2.2 Pruebas de Rendimiento. ....	59
2.4.3 Análisis Químico de los Alimentos.....	59
2.4.3.1 Análisis Proximal. ....	60
2.4.3.2 Componentes de la Pared Celular por el Método de Van Soest.....	62
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>64</b>
<b>3.1 UBICACIÓN. ....</b>	<b>64</b>
<b>3.2 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>3.3 UNIDADES EXPERIMENTALES. ....</b>	<b>65</b>
<b>3.4 EVALUACIÓN NUTRICIONAL. ....</b>	<b>65</b>
3.4.1 Registro de la Información.....	65
3.4.2 Muestreo de las Raciones. ....	66
3.4.3 Análisis Químico. ....	67
3.4.4 Evaluación de la Dieta. ....	68
3.4.4.1 Balanceo de la Ración.....	68
3.4.4.2 Evaluación de los Costos de la Dieta. ....	69
<b>3.5 EVALUACIÓN DE CONDICIÓN CORPORAL (CC). ....</b>	<b>69</b>
<b>3.6. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO UREICO EN SANGRE.....</b>	<b>69</b>
<b>3.7. EVALUACIÓN REPRODUCTIVA.....</b>	<b>70</b>
<b>3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	<b>70</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>70</b>
4.1 COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS DE LAS VACAS. ....	70
4.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO DE ALIMENTOS.....	74
4.3 EVALUACIÓN DE LA DIETA.....	78
4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA DIETA. ....	88
4.4 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO UREICO EN SANGRE.....	92
4.5 EVALUACIÓN REPRODUCTIVA .....	94
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>6. RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>97</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>98</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>106</b>

## ÍNDICE DE CUADROS.

CUADRO.		PÁG. No.
1.	Valores ideales y aceptables para los principales índices reproductivos de vacas lecheras y novillas en El Salvador.....	10.
2.	Incidencia de principales problemas que tienen impacto sobre el desempeño productivo y reproductivo en vacas recién paridas.....	14.
3.	Factores que afectan la salud uterina.....	18.
4.	Impacto de la alimentación con niveles de 18% contra 20% de proteína cruda (PC) (en base seca) sobre la eficiencia reproductiva en vacas lecheras.....	27.
5.	Efecto de 2 niveles de proteína degradable sobre la concentración del BUN.....	30.
6.	Tasa de concepción y concentración de nitrógeno ureico en sangre en vacas alimentadas con 2 niveles de proteína cruda.....	31.
7.	Efecto del estado energético de la vaca en el comienzo de la lactancia en su desempeño reproductivo.....	34.
8.	Características generales de las lecherías en estudio.....	48.
9.	Criterios utilizados para considerar a las vacas de alta producción y número de vacas en este grupo.....	49.
10.	Composición de las dietas de las fincas en estudio en kg/día en la época seca.....	55.

11.	Composición de las dietas de las fincas en estudio en kg/día en la época lluviosa.....	57.
12.	Análisis del suplemento en la época seca.....	58.
13.	Análisis Químico de forrajes época seca.....	58.
14.	Análisis químico del suplemento en época lluviosa.....	60.
15.	Análisis Químico de Forrajes Época Lluviosa.....	60.
16.	Consumo de Materia Seca.....	62.
17.	Análisis Estadístico del Consumo de Materia Seca.....	63.
18.	Balanceo de Proteína Cruda.....	64.
19.	Análisis Estadístico del Balance de Proteína Cruda.....	65.
20.	Análisis Estadístico del Aporte de Proteína Cruda del Suplemento.....	66.
21.	Balanceo de Proteína Degradable y Sobrepasante (en gramos).....	67.
22.	Contenido de Fibra en la Dieta.....	68.
23.	Análisis Estadístico del Contenido de FDN en la Dieta.....	69.
24.	Balanceo de la Energía.....	70.
25.	Análisis Estadístico del Balance de Energía.....	71.
26.	Costo de las Dietas (Dólares).....	72.
27.	Costo de Proteína Cruda (gramos) y Energía (Mcal ENL) en la Dieta.....	73.
28.	Costo de Materia Seca, Proteína Cruda y Mega Caloría Neta de Lactancia en Forrajes y Suplementos de las Ganaderías.....	74.
29.	Concentraciones Séricas de Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN).....	76.

30.	Parámetros Reproductivos de las Fincas en vacas que parieron entre el 1 de Enero y el 31 de Diciembre de 2004 .....	77.
A-1.	Cuadro de interpretación de resultados de análisis de MUN en vacas lecheras.....	91.
A-18.	Balance de Proteína Metabolizable.....	115.

## ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA.		PÁG. No.
1	Fases del ciclo estral.....	6.
2	Eventos productivos y reproductivos en el ciclo de la vaca lechera.....	7.
3	Tasa de preñez en relación al MUN.....	32.
A-2	The Detergent (Van Soest) Procedure to Partition Forage.....	92.

## ÍNDICE DE ANEXOS.

ANEXO.		PAG. No
3	Ficha de Registro de Datos de Campo .....	93.
4	Ficha de Registro de la Dieta.....	94.
5	Determinación de Humedad Parcial.....	95.
6	Determinación de Humedad Total.....	96.
7	Determinación de Cenizas.....	97.
8	Determinación de Nitrógeno por el Método de Micro Kjeldahl.....	98.
9	Determinación de Extracto Etéreo por el Método de Soxhlet.....	100.
10	Determinación de Fibra Cruda. Método de Weende.....	101.
11	Determinación de Fibra Neutro Detergente (FND) por el Método de Van Soest.....	103.
12	Determinación de Fibra Ácido Detergente (FAD) por el Método de Van Soest.....	105.
13	Determinación de Lignina. Método Ácido Detergente-Determinación Fraccionada.....	107
14	Escala de Calificación de Condición Corporal.....	109.
15	Ficha de Registro de Condición Corporal.....	111.
16	Determinación de Nitrógeno Ureico en Sangre.....	112.
17	Ficha de Registro de Eventos y Parámetros Reproductivos.....	114.
19.	Ecuaciones para la Estimación de Energía Digestible a Nivel de Mantenimiento.....	116.
20.	Cambio En La Condición Corporal (CC) De Las Vacas En Las Lecherías Estudiadas, para las dos Épocas.....	117.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Dentro del sector productor de leche del país existen muchas limitantes para alcanzar un nivel de eficiencia que permita obtener los márgenes de ganancia necesarios y mejorar la rentabilidad de las ganaderías; además del nivel tecnológico adecuado para ofrecer mejores productos y de esta manera enfrentar la oferta externa de forma competente. Estas limitantes son producto de diversos factores a los que no se les ha dado la importancia necesaria.

El manejo reproductivo es una de las áreas que requiere mayor atención, pues de él depende la eficiencia reproductiva que es uno de los principales determinantes en la rentabilidad del hato. Si existe una buena eficiencia reproductiva, habrá más vacas en producción, lo que contribuirá a incrementar la cantidad de leche, mientras que si la eficiencia es baja, el efecto de los costos fijos se incrementará especialmente por la alimentación a animales que no producen. Se puede afirmar que las pérdidas económicas producidas por los períodos parto - concepción más allá de los 120 días son muy importantes debido a los altos costos de alimentación y bajos ingresos percibidos por la poca producción de leche (Camps, 1999).

El desempeño reproductivo de las vacas lecheras es determinado por una gama de factores que incluyen el clima, prácticas de manejo y alojamiento, enfermedades y la alimentación entre otros (Martínez, 2001).

En cuanto a la alimentación los nutrientes más importantes son la proteína, la energía, los minerales y las vitaminas, siendo los primeros dos los más limitantes (Campabadal, 1994).

Con respecto a la proteína en el organismo de un animal puede medirse en forma de nitrógeno ureico en sangre y leche (BUN y MUN respectivamente), que no es más que el amoniaco proveniente del catabolismo de las proteínas en el rumen, transformado por el hígado. En diversos estudios se ha demostrado que un nivel elevado de proteína en la dieta sube los niveles de BUN y MUN, repercutiendo en el desempeño reproductivo de las vacas en alta producción (Smith, 1992). Estos efectos se manifiestan en diversas partes del organismo del animal, por ejemplo en el útero donde debido a la modificación del pH por el exceso de nitrógeno ureico, se produce un efecto tóxico sobre los óvulos y espermatozoides, bloqueando así la concepción. Además este exceso produce problemas en la síntesis de progesterona (P4) hormona que mantiene la preñez, por lo que un desequilibrio ocasionaría muerte embrionaria (Jordan y col, 2000).

Por otro lado, una falta de proteína se ha relacionado a una baja digestibilidad de los alimentos y una baja producción de leche (Agronegocios, 2004).

En cuanto a la energía, esta depende principalmente de la digestibilidad de los alimentos, en los forrajes está determinada por la cantidad de fibra que contienen. La fibra es necesaria para estimular la rumia y mantener un pH adecuado en el rumen. Cantidades insuficientes de fibra neutro detergente o fibra larga, o exceso de concentrado dan como resultado una disminución del pH ruminal que con lleva a laminitis (Risco, 1999). Los excesos de fibra en el alimento disminuyen su digestibilidad y contenido energético (Blezinger, 2002).

Un bajo nivel energético se traduce en un pobre desempeño reproductivo, ya que a una vaca en balance energético negativo (BEN) se le demora el inicio de la ovulación debido a que se inhiben los mecanismos de secreción de las hormonas responsables de la función reproductiva (GnRH, LH y FSH), además del retraso en la recuperación de su aparato reproductor luego del parto (Linn y col 1990; Martínez, 2001).

El objetivo de este estudio fue evaluar las raciones ofrecidas en ganaderías lecheras de El Salvador desde el punto de vista nutricional (proteína y energía) y económico y evaluar el efecto de la alimentación en el nitrógeno ureico en sangre y en los parámetros reproductivos.

## **2. REVISION DE LITERATURA.**

### **2.1 ANTECEDENTES**

La producción láctea de El Salvador no cubre la demanda nacional. Según datos de la Dirección General de Economía Agrícola, DGEA, las importaciones de leche en polvo, para el año 2000 superan las 20 mil toneladas métricas. Mientras que para el año 2001 las importaciones de este producto representaron 39.6 millones de dólares. El Salvador y Guatemala tienen los precios más altos de leche fluida y los más bajos al consumidor de leche en polvo (DGEA, 2002). En El Salvador la situación actual del sector productor de leche está influenciada por diversos elementos que afectan la producción y reproducción del hato lechero; entre ellos: el clima, el manejo de cada lechería, la salud y la alimentación. Esta última parece ser la más determinante. Una dieta no balanceada en sus nutrientes, especialmente aquellos más limitantes como la energía y la proteína, puede ocasionar desequilibrios en el animal, provocando un mal desempeño del hato y como consecuencia, resultados indeseables al productor (Delucchi, 1998).

Sin embargo una dieta no balanceada no sólo puede implicar la falta de nutrientes en una ración si no también sobre oferta de los mismos. El imbalance de proteína o energía puede causar efectos negativos sobre la digestión y absorción influyendo en la actividad reproductiva del hato (Smith, 1992). Adicionalmente, los costos derivados de una excesiva oferta de nutrientes, deben ser considerados; en especial porque la alimentación supone el 60 - 70% del total de los mismos y porque la suplementación con alimentos concentrados es mucho más cara y mayormente usada debido a la necesidad de aumentar la densidad de nutrientes para sostener las altas producciones lecheras.

## **2.2. EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO.**

### **2.2.1 El ciclo productivo de la vaca lechera.**

Se puede dividir el ciclo productivo de la vaca en: Período de vaca seca o “Improductivo” y Período de lactancia o “Productivo”:

**Período de Vaca Seca:** El secado se realiza 2 meses antes del parto, para el descanso de la glándula mamaria y la formación del calostro para el futuro ternero (Arias, 1999; Márquez, 2003; Tocci, 2003).

El período de vaca seca debe ser visto como un período de preparación para la próxima lactancia. El productor debe recordar que la próxima lactancia comienza el día en que se seca la vaca y que, por lo tanto, cuenta con 1 mes y medio a 2 meses para su preparación. Una alimentación inadecuada durante esta etapa podría resultar en un importante flujo de energía proveniente de las reservas corporales para nutrir el feto en desarrollo, poniendo en peligro entonces el estado corporal al parto (INFOTAMBO, 1995).

**Período de Lactancia:** Luego del parto (mes 0), aumenta la producción de leche, produciéndose el pico de lactancia entre los 30 y 45 días post parto, luego va declinando entre un 8 % y 10 % mensualmente hasta el momento del secado o interrupción de la lactancia, que ocurrirá en el mes 10 (Arias, 1999; Márquez, 2003; Tocci, 2003).

En el comienzo de la lactancia, la producción de leche posee la más alta prioridad sobre los nutrientes disponibles. Además de los nutrientes que se encuentran en la dieta, las vacas tienden a movilizar sus reservas corporales (principalmente energía) para mantener la producción de leche. Las vacas no pueden comer lo suficiente durante el comienzo de la lactancia; por lo tanto se encuentran en un estado de deficiencia de energía, pierden peso y

su habilidad para concebir se encuentra drásticamente reducida. Es solamente en un estadio tardío de la lactancia, cuando la energía ingerida se encuentra balanceada con la energía requerida para la producción de leche, cuando la habilidad para iniciar una nueva preñez se incrementa (Reneau, 2002).

Entre los productores de vacas lecheras, la intensa selección para alta producción de leche durante los últimos 20 o 30 años ha acentuado el problema de un balance de energía negativo en el comienzo de la lactancia. Como consecuencia, a medida que se incrementa la producción de leche, la eficiencia reproductiva decrece. A pesar de que un índice de concepción de 50% es hoy considerado un nivel bajo de desempeño reproductivo, es probable que se encuentre por arriba del promedio en la industria lechera de los Estados Unidos (Linn y col 1990; Wattiaux, 2003c).

Dentro de este sistema, la producción está estrechamente ligada a la reproducción, puesto que si las vacas no se preñan y no paren, no producirán leche. Esto significa que hay que obtener una preñez, continuar con una gestación sana y un parto normal, con inicio de la lactancia y que ésta se mantenga en cantidad y calidad para nuevamente repetir el ciclo: preñez-gestación-parto-lactancia, la mayor cantidad de veces en la vida de la vaca (Arias, 1999).

### **2.2.2 El ciclo reproductivo de la vaca lechera.**

El ciclo reproductivo de la vaca comprende una serie de eventos por los cuales atraviesa el animal en varias ocasiones en su vida: celo, servicios, concepción, preñez y parto. Luego del parto, no hay actividad sexual cíclica durante un período variable que se denomina "anestro post parto". Este período es afectado por el amamantamiento y la nutrición, entre otros numerosos factores (Mercocarne, 2004).

Después del anestro, se presenta el ciclo estral que es el intervalo (21 días en promedio de duración) entre dos celos. Comprende 2 fases que son: fase folicular y fase luteal (Agrobit, 1996).

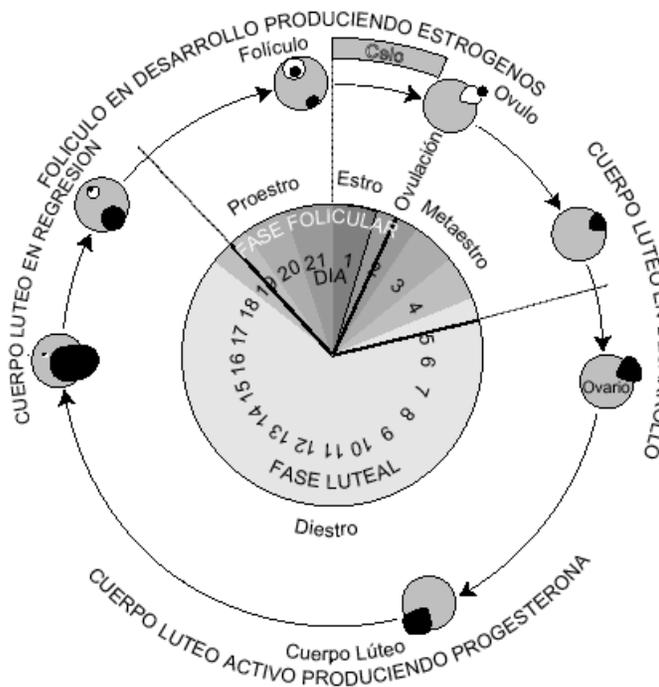
Fase folicular: hacia el final del ciclo estral, cuando el óvulo alcanza la madurez, se encuentra envuelto por una serie de células y rodeado de sustancias nutritivas llamadas foliculo y secreta estrógenos, una hormona que cambia la conducta de la vaca durante el celo. En la ovulación (12 horas luego del final del celo), el foliculo "explota", el óvulo es

propulsado hacia dentro del oviducto y las células que permanecen en el ovario comienzan a formar una nueva estructura llamada cuerpo lúteo (Agrobit, 1996; Wattiaux, 2004a).

Durante la fase folicular se da la manifestación del celo. Los principales síntomas que presenta la vaca son: disminución de la producción de leche, aumento de la temperatura del cuerpo, muge, está inquieta, monta a otras vacas y se deja montar (Prieto, 2005). El celo tiene una duración de ocho a 10 horas y generalmente este celo se presenta en las horas más frescas del día. La ovulación ocurre entre 28 y 31 horas luego de comenzado el celo (Mercocarne, 2004; del Pino, 2000).

Fase luteal: el desarrollo completo del cuerpo lúteo toma aproximadamente tres días (Día 2 a 5 del ciclo). Durante los días 16 a 18 del ciclo, si el útero no ha detectado la presencia de un embrión, manda una señal hormonal que produce la regresión del cuerpo lúteo. Esta regresión hace que se produzca un nuevo folículo y que madure. Esto conduce a un nuevo celo y al comienzo de un nuevo ciclo (Agrobit, 1996; Wattiaux, 2004a).

En la figura 1 se muestra la distribución de las fases del ciclo estral:



Fuente: Wattiaux 2004<sup>a</sup>

**Fig. 1. Fases del Ciclo Estral.**

**Inseminación y Fertilización.**

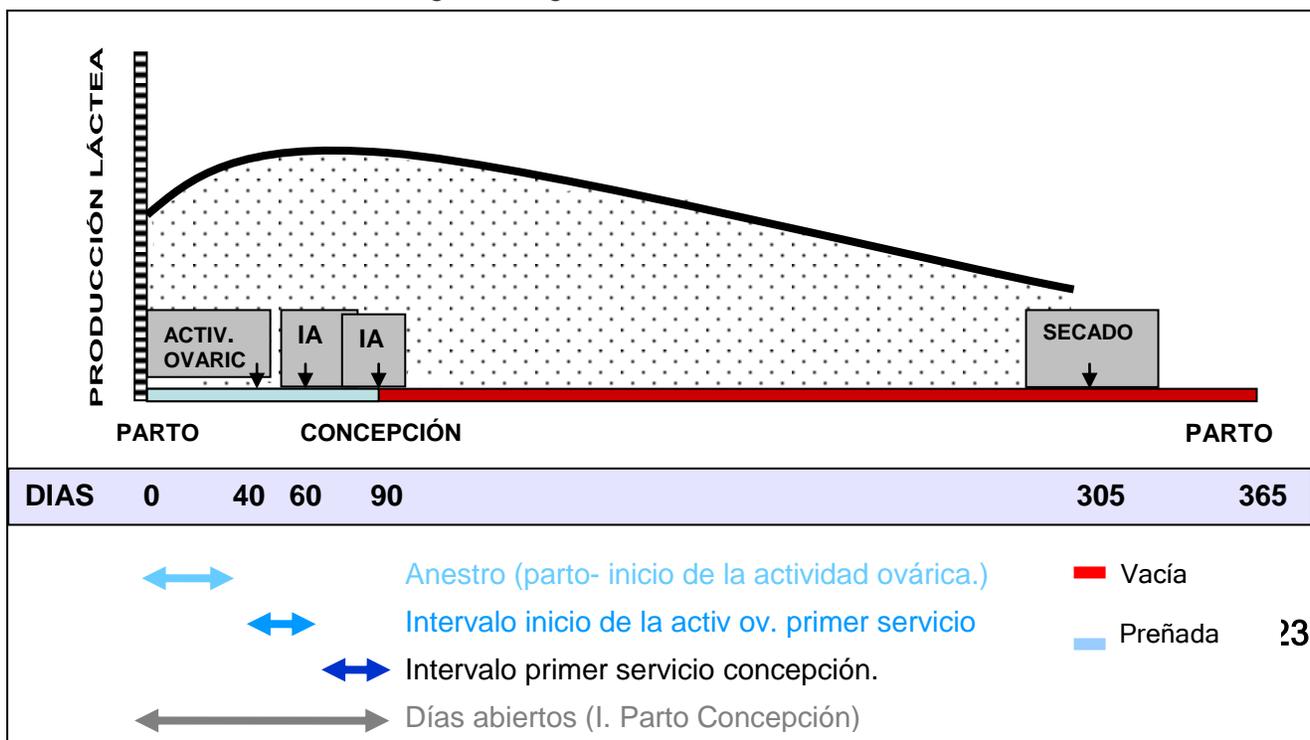
La inseminación o el servicio natural conducen a la preñez solamente si el espermatozoide se encuentra en "el lugar adecuado en el momento oportuno". El óvulo es liberado del ovario a las 10 a 14 horas luego de la finalización del celo y puede sobrevivir infértil por 6 a 12 horas. En contraste, el espermatozoide puede vivir hasta 24 horas en el aparato reproductivo de la vaca (González, A, 2002).

La fertilización es la unión de un óvulo y un espermatozoide para producir la primera célula del embrión. La fertilización toma lugar en el oviducto. El embrión entra al útero dos a tres días luego de la fertilización, pero no se adhiere a la pared del útero (implantación) antes de los 28 días. Antes del día 17 después de la fertilización se da el reconocimiento materno, por el cual el cuerpo luteo no es eliminado por la prostaglandina del útero (INFOCARNE, 2002d).

**Diagnóstico de preñez y parto.**

Los métodos más comunes para detectar la preñez incluyen no retorno al celo, palpación rectal y niveles de progesterona en la leche. La gestación dura 280 días aproximadamente y termina al momento del nacimiento de un ternero seguido de la expulsión de la placenta, denominado comúnmente parto o parición (INFOCARNE, 2002d, Wattiaux, 2004b).

Todos los eventos que forman parte del ciclo reproductivo y productivo de la vaca lechera, se resumen en la siguiente figura:



Fuente: Corea 2004

## **Figura 2. Eventos Productivos y Reproductivos en el ciclo de la vaca lechera.**

El valor ideal del intervalo entre partos es de 365 días para obtener un ternero por año, con un intervalo parto - concepción de 90 días y duración de la lactancia de 305 días (Arias, 1999; Tocci, 2003).

### **2.2.3 Importancia de un buen desempeño reproductivo.**

La importancia de una buena eficiencia reproductiva en la rentabilidad de la empresa agropecuaria es reconocida por muchos autores, que definen este concepto como: “medida del logro biológico neto de toda la actividad reproductiva”, que representa el efecto integrado de todos los factores involucrados: celo, ovulación, fertilización, gestación y parto (Williams, 1919 y Jones, 1939; citados por Cavestany, 2000a; Arias, 1999). Otros autores han establecido que el objetivo principal de un buen manejo reproductivo debe ser “optimizar la eficiencia reproductiva del hato”, lo cual puede lograrse con un buen control de todos los eventos reproductivos que manifiesten los animales (Britt, 1977; citado por Cavestany, 2000a).

### **2.2.4 Indicadores del desempeño reproductivo.**

Los índices reproductivos son indicadores del desempeño reproductivo del hato. Estos se pueden calcular cuando los eventos reproductivos del hato han sido registrados adecuadamente (Wattiaux M, 2003c).

Expresan la situación en la que se encuentra el desempeño reproductivo del hato en el momento que se miden. Estos indicadores han sido estudiados por muchos autores a través del tiempo, por lo que se ha llegado a establecer un valor a cada indicador que se considera “ideal”, y con el cual se compara el indicador de la misma índole que proviene de los datos y registros de la ganadería en estudio (Cavestany, 2000b).

A partir de la información de tipo reproductiva, se evalúa el comportamiento reproductivo de las hembras y de los machos reproductores. Se registran los partos, abortos, servicios y resultados de la palpación para determinar la edad del feto y el estado de los órganos de la

reproducción. Una vez analizada la información, se pueden calcular los parámetros o indicadores reproductivos (Arias, 1999).

Los índices reproductivos más utilizados son los siguientes (Arias 1999; Cavestany, 2000b; Wattiaux, M, 2003c):

- **Servicios por concepción:** se refiere al total de servicios que se da a un número determinado de animales, dividido entre el número de concepciones obtenidas en ese mismo grupo de animales. A veces se calcula incluyendo solo los servicios de las vacas que concibieron; lo cual debe tomarse en cuenta para la interpretación de resultados. Para el primer caso se calcula con la siguiente fórmula:

$$SC = \frac{\text{Número total de servicios dados}}{\text{Número total de concepciones}}$$

- **Tasa de concepción:** es el porcentaje de vacas que han concebido del total de vacas servidas del hato. Es el inverso de los servicios por concepción.

$$\%C = \frac{\text{Vacas preñadas}}{\text{Vacas servidas}} * 100$$

- **Intervalo parto - concepción:** es el período de tiempo que va desde el parto hasta la fecha del servicio en el cual la vaca quedó preñada. Se calcula así:

$$DA = \frac{\text{fecha del servicio}}{\text{en que se preñó}} - \frac{\text{fecha del último}}{\text{parto}}$$

- **Intervalo entre partos:** es el tiempo que pasa desde un parto al siguiente. Se puede reportar en días o meses. tiene más valor cuando se incluyen los partos esperados, ya que representa una situación más actual.

$$IEP = \text{fecha de último parto} - \text{fecha parto anterior}$$

- **Edad al primer parto:** es la edad de las novillas a la cual tienen su primer parto.

$$EPP = \text{fecha de primer parto} - \text{fecha de nacimiento.}$$

- **Intervalo parto-primer servicio:** tiempo que sucede después del parto hasta que la vaca presenta su celo y es servida.

$$\text{IPPS} = \text{fecha de 1er servicio} - \text{fecha de parto.}$$

- **Intervalo primer servicio - concepción:** período que comprende desde el primer servicio dado a la vaca luego del parto, hasta que concibe nuevamente.

$$\text{IPSC} = \text{Fecha de concepción} - \text{fecha de primer servicio.}$$

- **Eficiencia en la detección de celos:** La tasa de detección celos es la relación entre los animales detectados en celo y el total de los que efectivamente están ciclando.

$$\text{EDC} = \frac{\text{celos detectados}}{\text{animales ciclando}} \times 100$$

Estos índices permiten identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas en estadios tempranos. Además sirven para investigar la historia de los problemas (infertilidad y otros) y tomar medidas correctivas. La mayoría de los índices para un hato son calculados como el promedio del desempeño individual. En pequeños hatos, la evaluación del desempeño reproductivo puede pasar del promedio del hato al desempeño individual de la vaca (Arias, 1999; Wattiaux, M, 2003c). Para estos indicadores existen valores ideales y aceptables establecidos por organizaciones que se encargan de estudiar dichos eventos. En el siguiente cuadro se presentan los valores de estos para vacas y novillas en el país:

**Cuadro 1. Valores ideales y aceptables para los principales índices reproductivos de vacas lecheras y novillas en El Salvador.**

Índice	Ideal	Aceptable
<b>VACAS</b>		
Servicios por concepción	1.5	2
Tasa de concepción %	65	50
Intervalo entre partos (meses)	12	14
Intervalo parto-concepción (días)	90	150
% Detección de celos	70	60
<b>NOVILLAS</b>		
Edad al primer parto (meses)	24	26
Servicios por concepción	1.4	1.8
Tasa de concepción %	70	55

## **2.2.5 Factores que influyen en el desempeño reproductivo.**

La fertilidad de la vaca se encuentra influenciada por muchos factores. La edad del animal posee una influencia muy fuerte. Las novillas y las vacas de segunda lactancia son generalmente más fértiles que las vacas de tercera lactancia y las vacas adultas. La más alta fertilidad se obtiene durante los meses más fríos del año y cuando las vacas son: libres de enfermedades reproductivas, problemas de parto y desbalances nutricionales, especialmente ni muy flaca ni muy gorda al momento del parto; ya que la fertilidad es alta cuando la vaca deja de perder peso y comienza a reponer las reservas corporales unos meses luego del parto (Wattiaux, 2003d).

El desempeño reproductivo es el resultado de muchos factores que lo afectan, ya sea de forma directa o indirecta. Dichos factores, individuales o en conjunto, contribuyen de forma positiva o negativa en él. En esto, es importante el manejo que realice el productor y su habilidad de reconocer los problemas. Hay aspectos que por si solos pueden no ser tan determinantes como otros. Mientras que algunos pueden ser fácilmente controlados por el encargado, en otros se dificulta su control.

De igual manera, cualquiera que sea su característica, deben ser estudiados cuidadosamente. Los más importantes que puede mencionarse son los siguientes:

### **2.2.5.1 El ambiente.**

El estrés térmico afecta de diversas maneras a las vacas lecheras, inclusive reduciendo la producción y afectando la calidad de la leche. Cuando la temperatura máxima supera los 25°C, el ambiente es estresante para el ganado lechero, especialmente para la raza Holstein. En condiciones cálidas y de elevada humedad atmosférica, se reduce la pérdida de calor por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio, aumentando el nivel de estrés (MERIAL, 2001).

El clima cálido en combinación con las condiciones del ambiente húmedo y lodoso es estresante para las vacas lecheras de alta producción con una evidente repercusión en el desempeño productivo, reproductivo y de salud. (Shearer J y Bray D., 1995 citados por Yabuta, 2001), especialmente donde deficiencias en el manejo de ventilación o enfriamiento puedan agravar el problema (Rebhun W, 1995 citados por Yabuta, 2001).

La alta humedad, representa, además, un problema sanitario porque contribuye a la proliferación de diversos organismos que generan enfermedades, entre otros: bacterias, hongos y parásitos externos (MERIAL, 2001).

La tolerancia a los efectos del calor y la humedad se ve deprimida por la elevada producción de calor metabólico interno asociado con la producción de leche, de tal modo que los animales lactantes son menos tolerantes que los animales no lactantes (Drost M y Tatcher W, 1987, citados por Wattiaux, 2003c; Jordan y col, 2000). A su vez los animales de alta producción y las que están al principio de la lactancia son las más perjudicadas, porque tienen un metabolismo más activo. (MERIAL, 2001)

Las vacas responden al estrés calórico mediante diversos cambios fisiológicos: 1) Disminución de la actividad corporal, búsqueda de sombra o viento. 2) Reducción en la ingesta de alimento. 3) Disminución en la rumia. 4) Incremento en la pérdida de agua por evaporación (sudoración). 5) Incremento en la ingesta de agua. 6) Incremento en el ritmo respiratorio. 7) Incremento en la temperatura corporal (rectal). 8) Cambios en las concentraciones hormonales sanguíneas. 9) Cambios en los índices metabólicos (electrolitos y equilibrio ácido-básico) (Wattiaux, 2003c).

Los efectos del estrés calórico en la reproducción se manifiestan mediante varios mecanismos fisiológicos e incluyen efectos negativos en la duración y expresión del estro, desarrollo embrionario temprano, flujo sanguíneo uterino, relaciones hormonales, crecimiento fetal. (Drost M y Tatcher W, 1987 citados por Wattiaux, 2003d)

El comportamiento estral de baja intensidad o anestro (durante el verano) combinado con la baja fertilidad se traducen en el incremento en el intervalo entre partos y estacionalidad indeseable en el abasto de leche al mercado. (Rebhund W, 1995; Flamenbaum I, 1998 citados por Wattiaux, 2003c).

#### **2.2.5.2 El manejo.**

La crianza de vacas capaces de producciones altas tiene un precio. Estas vacas de alta producción son más refinadas, angulares, con una capacidad corporal total y anchura de pecho rebajadas. Como tales, es un tipo de ganado que necesita ser manejado con mucho cuidado y responde y se adapta deficientemente a los cambio de estrés. Estas son vacas financieramente criadas con un gran deseo de producir. En general, son delgadas y en un manejo deficiente, son incapaces de tener las reservas del cuerpo necesarias para la próxima lactancia. Frecuentemente los resultados son problemas en la preñez y en el parto (Meyer, 1997).

El espacio de las instalaciones afecta la distancia que deben caminar las vacas hacia el comedero, los bebederos y la sala de ordeño. Los pasillos mal diseñados y los corrales no bien ubicados que se convierten en pozos de lodo cuando llueve, aumentan el esfuerzo físico y la carga de calor de las vacas al transitar por el lodo. Además, el control inadecuado de moscas puede ser otra carga para las vacas (Wattiaux, 2003d).

Los sistemas extensivos se remontan al origen de la ganadería y son explotaciones agropecuarias que abarcan en general grandes superficies de tierra, debido a que el campo natural pastoreado por los animales ofrece un forraje escaso y muy variable en calidad a través de las diferentes estaciones. Por esta razón, se necesita una superficie de campo para cada animal mayor que en los sistemas que incluyen plantas forrajeras mejoradas (Balocchi, 2002).

Generalmente, en sistemas de manejo extensivo, las vacas hacen largas caminatas, están en pasturas y experimentan menos tensión a las articulaciones y a las pezuñas (Meyer, 1997). En estos sistemas la producción es dependiente, en gran medida, del consumo y calidad del forraje disponible, además del número y productividad de los animales utilizados (Mayne y Thomas, 1986; Webster, 1993 citados por Balocchi, 2002).

En sistemas intensivos que utilizan vacas de alta producción, la suplementación permite incrementar el consumo y por ende la productividad de los animales (Phillips, 1993, citados por Balocchi, 2002). En estos sistemas de manejo intensivo se provee una alta ración de energía densa pero también se presentan problemas de patas y pezuñas. En parte, esto se debe a la ración y al encierro casi permanente. No obstante, muchos ganaderos lo compensan agregando un recorte de pezuñas a su régimen normal de manejo (Meyer, 1997).

#### **2.2.5.3 Selección genética.**

Como ya se mencionó, existe una alta selección en los animales para mejorar la producción de leche, lo cual trae como efecto una disminución en la fertilidad. Algunos creen que la disminución de la eficiencia reproductiva se debe a una selección por producción de leche. Aún así, las investigaciones indican que el índice de concepción en novillas se ha mantenido sin cambios por los últimos 25 años, sugiriendo que la selección genética para una producción de leche más alta no es la causa de una baja fertilidad (Linn y col, 1990).

La heredabilidad de las pruebas reproductivas tales como días vacíos, es muy baja. Por lo tanto, el mejoramiento de la reproducción por medio de la selección puede llegar a ser muy

ineficiente. Es probable que las vacas que se seleccionan para una alta producción de leche han sido también seleccionadas (selección indirecta) por su habilidad para movilizar reservas corporales y para ingerir más alimento (Wattiaux, 2003c).

Las vacas que poseen un consumo alimenticio mayor durante el comienzo de la lactancia es probable que posean menores problemas reproductivos que las vacas que movilizan gran cantidad de reservas corporales. Por lo tanto, es probable que la selección de vacas con una mayor capacidad de consumo en el comienzo de la lactancia permita una mayor producción de leche con efectos negativos mínimos en la reproducción (Wattiaux, 2003c).

#### **2.2.5.4 Salud.**

La sanidad juega un rol fundamental en el logro de un objetivo básico como es la máxima eficiencia. En rebaños lecheros de alta producción aproximadamente un 80 % de los problemas de salud de las vacas están relacionados con errores en el manejo nutricional. Por lo tanto no es solo necesario calcular la ración de vacas lecheras en lactancia, sino que un adecuado programa de manejo nutricional preventivo debe considerar también la optimización de las raciones ofrecidas durante el período seco (Márquez, 2003; Klein, 2001).

La salud de las vacas y la rentabilidad de un sistema de producción de leche pueden ser mejoradas considerablemente a través del entendimiento de la importancia de un buen manejo durante el período de pre-parto, entendiéndose como tal las tres a cuatro semanas previas al parto sin descuidar a las vacas recién paridas, que pueden estar expuestas a una serie de enfermedades que se mencionan en el cuadro 2. (Klein, 2001).

Las enfermedades del ganado se pueden clasificar en 4 grandes grupos de acuerdo a su origen: Metabólicas, Infecciosas, Tóxicas y Parasitarias (INTA, 2001). Además se han identificado diferentes factores nutricionales de riesgo para algunos problemas sanitarios que se presentan en los hatos (Márquez, 2003).

La mayoría de las enfermedades metabólicas de las vacas lecheras tales como fiebre de leche, cetosis, retención de placenta y desplazamiento de abomaso ocurren dentro de las primeras dos semanas de la lactancia. El origen de muchas de las enfermedades metabólicas que no son clínicamente aparentes durante las dos primeras semanas de la lactancia, tales como la laminitis, puede estar en un mal manejo durante las últimas tres semanas ante parto y las primeras dos semanas de lactancia (Klein, 2001).

**Cuadro 2. Incidencia de principales problemas que tienen impacto sobre el desempeño productivo y reproductivo en vacas recién paridas.**

Principales Problemas	Incidencia (%)	Rango (%)
Metritis	21	11 - 36
Retención de placenta	9	2 - 18
Mastitis	7	2 - 17
Cetosis	5	3 - 7
Hipocalcemia	6	1 - 11
Desplazamiento de abomaso	1	1 - 2

Adaptado de: Stevenson J. (1997). Western Canadian Dairy Seminar (Citados por Cozzolino, 1991).

Las principales enfermedades metabólicas se describen a continuación:

• **Cetosis:**

Se presenta en vacas con una insuficiente o excesiva reserva corporal al momento del parto, las vacas pierden su apetito y la producción de leche y la fertilidad decrecen (Reneau, 2002). Se caracteriza por el aumento de los niveles de cuerpos cetónicos en la sangre y en la orina (Clínica Universitaria Navarra, 2001; Márquez, 2003; Reneau, 2002).

Es un trastorno del metabolismo de las grasas, acompañado con hipoglucemia. Presenta alta incidencia en vacas de alta producción a los 7 a 50 días post parto. Las vacas gordas tienen mayor predisposición (condición corporal 4 o más) para acumular ácidos grasos no esterificados en sangre, acetoacético y acetona denominados cuerpos cetónicos. Es llamada también la enfermedad del “hambre” debido a dietas ricas en fibra y pobres en energía (henos de mala calidad) lo que moviliza grasas corporales. La movilización de los tejidos proporciona poca cantidad de precursores de glucosa (sustancias glucogénicas). La grasa corporal produce un 90% de ácidos grasos y solo un 10% de glicerol (Márquez, 2003).

• **Desplazamiento de abomaso:**

Es una condición en la cual el abomaso se desplaza hacia la derecha o la izquierda de su posición normal. La causa principal de este problema puede ser un exceso de concentrado en la dieta (falta de fibra) con un incremento de espacio en la cavidad abdominal luego del parto (Reneau, 2002).

Se cree que es la atonía de la víscera la precursora de la dilatación y posterior desplazamiento y/o vólvulo. Tanto la atonía como la dilatación están ocasionadas por la excesiva producción de gas y ácidos grasos volátiles en el abomaso, que a su vez, están originados por dietas muy ricas en concentrados, muy pobres en fibra efectiva o ambas cosas a la vez (González, J, 2002).

Factores que predisponen son los siguientes: 1) Estrés al parto. 2) Mala alimentación preparto. 3) Falta de fibra. 4) Hipocalcemia. 5) Deficiencia de selenio. 6) Falta de ejercicio y excesiva condición corporal (Márquez, 2003).

• **Laminitis:**

La laminitis o Pododermatitis aséptica difusa produce una deformación de la pezuña y un crecimiento excesivo de la misma, lo que se traduce en una cojera. La principal causa es la ingestión rápida de cantidades excesivas de alimentos con un alto contenido de energía. Esto produce una acidosis láctica (laminitis aguda) o la ingestión constante de concentraciones elevadas de carbohidratos que redundan en la liberación de toxinas vasoactivas en el torrente circulatorio provocando un proceso inflamatorio (laminitis subaguda o subclínica). En la laminitis aguda, normalmente existe un historial de consumo excesivo de grano (Hazard, 2003).

• **Edema de la ubre:**

Desbalances nutricionales como exceso de hidratos de carbono solubles y/o proteínas solubles preparto, exceso de cloruro de sodio en la mezcla mineral preparto, deficiencia de selenio, vitamina E y vitamina A, sumado a un balance de energía negativo (BEN) profundo son factores de riesgo que llevan a la presentación de edema de ubre y mastitis post parto (Márquez, 2003).

Un exceso de sodio proveniente de la sal, puede ser la causa del edema de las ubres en vacas secas y novillas jóvenes (Cote, 1996).

• **Acidosis:**

Es producida por errores dietéticos de tipo cuantitativo determinado por el consumo de excesivas cantidades de hidratos de carbono de fácil asimilación y dietas con poca fibra, con descenso del PH del rumen que determina un cambio en la microflora y la producción excesiva de ácido láctico. El ácido láctico se absorbe y la acidosis se hace sistémica. Se produce depresión y se reduce la motilidad del tracto gastrointestinal. El alto nivel de ácido láctico en el rumen aumenta la presión osmótica y determina hemoconcentración y deshidratación. La excesiva acidez de la panza determina la aparición de lesiones de la pared ruminal de tipo ulcerativo, las cuales van a permitir el paso de microorganismo al torrente circulatorio, predisponiendo al animal a padecer septicemias (Márquez, 2003).

Si la fibra de tipo “larga” (también llamada fibra “efectiva”) es escasa en la dieta y/ o hay una gran proporción de alimentos concentrados y/o fermentados de tamaño de partículas muy pequeñas (como los ensilajes de forrajes picados muy finos), se puede producir acidosis ruminal, por alteraciones en la fermentación y descenso marcado del pH. Cuando el pH cae debajo de 5,2 a 5,5, los animales pueden morir por acidosis (Blezinger, 2002).

Los signos más comunes de la acidosis desde la subclínica a la clínica incluyen laminitis, reducción de grasa en leche (<3.2% de grasa butirosa, GB), diarrea, reducción de la masticación y el consumo y menor utilización de los nutrientes en general (Del Pino, 1996).

• **Hipocalcemia:**

Si frente a la demanda que le impone la producción de calostro, la vaca no puede movilizar el calcio de sus huesos, el calcio de la sangre disminuirá a menos de 5mg/dl, afectando al sistema nervioso y produciendo la caída de la vaca. La caída se produce algunas horas después del parto, cuando la vaca ya se alejó del lugar del parto, pero puede haber picos de hipocalcemia durante el primer mes post parto con intervalos de 7 a 10 días en vacas de edad avanzada (Agroconecion, 2002; Klein, 2001).

La hipocalcemia se desarrolla como resultado de la presencia repentina de calcio en el calostro al inicio de la lactación, resultando en un gran desafío de la habilidad de la vaca para mantener los niveles normales de calcio en sangre. La fiebre de la leche es la manifestación clínica de la hipocalcemia, y la disminución del contenido de calcio plasmático es acentuada en vacas afectadas. Las vacas afectadas son incapaces de levantarse y poseen un déficit de calcio de 8grs. (Risco, 1999).

• **Retención de placenta:**

La retención de placenta se presenta del 5 al 10% en el total de partos normales. La frecuencia de la retención de placenta se incrementa con partos prematuros o difíciles, y también con infecciones bacterianas. La placenta no debe removerse manualmente debido a posibles lesiones en el útero y el riesgo de una esterilidad permanente. Se enfoca esfuerzos en tratar de evitar las infecciones y estimular las contracciones uterinas (el tratamiento con estrógenos algunas veces es exitoso). Evitar la retención de la placenta debe ser una parte activa del manejo reproductivo ya que, con frecuencia, es seguida de otras complicaciones. La prevención incluye una correcta sanidad durante el parto y una adecuada nutrición durante el período de seca (Wattiaux, 2003d).

Además de las enfermedades metabólicas, la gran mayoría de las enfermedades infecciosas, especialmente mastitis y metritis demuestran síntomas clínicos al inicio de la lactancia y afectan significativamente la reproducción en el posparto (Klein, 2001). A continuación se describe dos de las más importantes:

### **Metritis:**

La metritis es la inflamación del miometrio, causada por gérmenes como: *E. coli*, *Estaphylococcus*, *Estreptococcus*, entre otros. La contaminación puede ser por la intervención del animal en el parto, el ambiente contaminado del hato, o que la placenta no fue arrojada en su totalidad, lo que causa putrefacción de los restos placentarios y medio óptimo para el desarrollo de las bacterias. La metritis se caracteriza por un flujo fétido útero-vaginal que prevalece por varios días y que puede causar una infertilidad en el animal, además de fiebres altas (Martin, 2004; Varela, 2004; Wattiaux, 2003d). Si la metritis no es severa, las vacas se recuperan generalmente sin tratamiento en varias semanas. En casos severos, se puede evacuar los fluidos del útero mediante palpación rectal, seguida de una infusión del útero con una solución de antibióticos (Wattiaux, 2003d). En el cuadro 3 se resume los principales factores que afectan la salud del útero.

**Cuadro 3. Factores que Afectan la salud Uterina.**

<b>Factor:</b>	<b>Causas Posibles:</b>	<b>Posible Resultado:</b>	<b>Áreas de Control:</b>
Abortos	Genética, Nutrición u Hormonal	Retención de Placenta o Anestro	Salud del Hato & Nutrición
Mellizos	Genética	Distocia	Ultrasonido & Asistencia al Parto
Enfermedades Infecciosas	Pobre salud del hato	Sanidad, Abortos o Inflamación	Vacunaciones & Bioseguridad
Asistencia	Empleados Inexpertos o	Distocia o Retención	Entrenamiento y sanidad

Impropia durante El parto	Maltrato innecesario	Placenta	
Extras	Instalaciones pobres, Higiene, Temperatura o Nutrición	Bacterial o Anestro	Instalaciones de Parto, Confort y Análisis Condición Corporal
Nutricional	Desbalance Nutricional o de Vitaminas y Minerales Deficiencias (Fósforo, Calcio, Selenio y Vitaminas A & E	Ciclaje	Ración Balanceada junto con Trazas Minerales de Fósforo, Calcio, & Selenio & Vitaminas A & E, e Incremento Ingestión Materia Seca

Adaptado de Martin, 2004

### **Mastitis:**

La mastitis, o la inflamación de la glándula mamaria, es la enfermedad más común y costosa del ganado lechero en la mayor parte del mundo. La mastitis junto con la infertilidad, es el problema más importante en explotaciones lecheras (González. S, 2002).

A pesar del estrés y las lesiones físicas, la infección por bacterias invasoras u otros microorganismos (hongos y virus) son las principales causas de mastitis (INFOCARNE, 2002b; Monografía, 1999)

La mastitis subclínica es sutil y la más difícil de corregir. La vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal. A pesar de ello, los microorganismos y células blancas de la leche (células somáticas) que combaten las infecciones se encuentran elevados en gran número en la leche. En los casos de mastitis clínica, el cuarto infectado en general se inflama, en algunas vacas se encuentra dolorido al tocarlo, la leche se muestra visiblemente alterada por la presencia de coágulos, descamaciones, o suero descolorido y algunas veces sangre. En casos más severos (mastitis aguda), la vaca presenta signos generalizados: fiebre, pulso acelerado, pérdida de apetito, reducción aguda de la producción de leche (INFOCARNE, 2002b).

### **Enfermedades de origen tóxico:**

Cuando las vacas pastorean pueden ingerir plantas contaminadas por hongos, afectando así los parámetros reproductivos. En países como Argentina, se ha encontrado que en parcelas infestadas por el hongo endófito *Neothypodium coenophialum* y acompañado de temperatura ambiente superior a los 25°C, puede producir hasta una merma de 30 puntos de preñez. Mientras que la infestación de diversas gramíneas por el hongo *Claviceps purpurea* en el momento de la floración, produce el reemplazo de la semilla por una forma de resistencia del hongo llamada esclerocio. Este contiene sustancias tóxicas llamadas ergocalcoides que son responsables de muertes embrionarias (INTA, 2001). Además el consumo excesivo de plantas como *Erythrina sp* y *Gliricidia sepium* puede provocar intoxicaciones sobre los animales y timpanismo (García, 2003)

### **Enfermedades de origen parasitario:**

El control de los parásitos internos se torna de vital importancia en las novillas antes de sus servicios y en las vacas en general, ya que producen caída en su sistema inmunitario. Su control se efectúa mediante el uso de antiparasitarios inyectables con cierta regularidad (INTA, 2001).

#### **2.2.5.5 Alimentación.**

Es el aspecto que puede ser manejado con mayor éxito y su influencia sobre la reproducción fácilmente medida; puesto que los animales son alimentados todos los días, un cambio en su dieta, producirá resultados que variarán con el desempeño que han venido presentando hasta ese momento. Entonces, es de suponerse que mediante la alimentación y la nutrición puede manipularse el desempeño reproductivo de forma positiva o negativa según el cambio realizado (Reneau, 2002).

En este sentido, se debe tomar en cuenta la incuestionable influencia del estado nutritivo de los organismos sobre sus funciones fisiológicas, entre ellas la reproducción. De nada sirve querer explotar las bondades reproductivas de cualquier especie animal de abasto o pretender incrementarlas artificialmente, si al mismo tiempo no aseguramos un aporte alimenticio que garantice el estado nutritivo requerido para el correcto funcionamiento reproductivo. En la vaca, como en cualquier otra hembra de mamífero, dicho funcionamiento implica a los siguientes acontecimientos:

- Aparición de la pubertad.

- Desprendimiento de uno o más óvulos fértiles o tasa de ovulación, acompañado de la habitual sintomatología del celo.
- Cópula y fertilización.
- Implantación y viabilidad embrionaria.
- Mantenimiento de la gestación hasta el parto (Álvarez, 1999; Wattiaux, 2003a).

Considerando éstos aspectos claves de la eficiencia reproductiva de las vacas, de la que dependen las distintas opciones de producción, aparte la continuidad del factor animal en las explotaciones, resulta de suma importancia conocer de qué forma pueden verse alterados en casos de deficiencia alimenticia (Reneau, 2002).

#### **2.2.5.6. Los Excesos de los Nutrientes.**

Existen muchas complicaciones en la salud de los animales que se encuentran relacionadas, al menos en parte, con los desbalances nutricionales:

##### **Síndrome de la vaca gorda:**

Es una condición que resulta del exceso de energía durante la última etapa de la lactancia o durante el período de seca conduciendo a obesidad, pérdida de apetito y exceso de movilización de grasa corporal la cual implica la aparición de problemas patológicos y reproductivos. (Tocci, 2003; Wattiaux, 2003a)

##### **Excesos de proteína:**

En otras latitudes se ha observado que los excesos de proteína producen efectos más severos sobre el metabolismo que las deficiencias de proteína, puesto que muchas de las condiciones clínicas similares a la disfunción hepática observadas en ganado lechero han sido asociadas con excesos de proteína (Galvis, 2003). Las raciones altas en proteína tienen un efecto negativo en los parámetros reproductivos (Linn y col, 1990; Wattiaux, 2003a).

##### **Minerales:**

Una adecuada proporción de minerales en la dieta es esencial para una salud y altos niveles de producción de leche. La falta de atención en el contenido de minerales en la dieta frecuentemente conlleva al incremento de enfermedades y problemas reproductivos, tanto déficit como exceso de estos mismo (Harris, 1994).

Regularmente se publican datos de déficit de minerales y sus efecto en el desempeño dentro de una especies en particular pero muy pocas veces se menciona lo contrario lo que puede llegar a producir un exceso de estos, tal es el caso de exceso de sodio y potasio en el contenido de raciones para vacas en preparto conlleva a el problema de edema de ubre (Harris 1994).

Se ha reportado que el exceso de potasio también ocasiona grandes incidencia de placenta retenida así como conlleva a riegos de desplazamiento de abomaso (Grant, 1997).

Por otro lado un exceso de calcio en dietas de vacas antes del parto y en lactación temprana lleva a que padezcan a fiebre de leche o hipocalcemia, esto debido a que las reservas de calcio no son movilizadas eficazmente por ende se tiene que dar una alimentación estratégica que estimule la movilización de reservas de calcio antes del parto (Cote, 1996).

El fósforo en cantidades inadecuadas puede llegar a ocasionar problema de fiebre de leche, también puede interferir en el metabolismo de vitamina D (Grant, 1997). Existen minerales que el exceso de estos puede llega a contribuir a una gran intoxicación llegando hasta la muerte del animal tal es el caso del cobre. Es recomendable mantener una nivel de cobre menos de 800 mg día por vaca (Belfast News, 2003).

### **Fibra.**

Uno de los componentes principales de la dieta de la vaca lechera es la fibra (Grogoret, 2003). Los requerimientos de la misma para el ganado se expresan normalmente en términos de FND (Fibra Neutro Detergente) (Gallardo, 1999), que representa a la pared celular de los vegetales que constituye su elemento estructural o de sostén esta integrada por celulosa, hemicelulosa, lignina y una serie de compuestos menores ligados a ella, también indigestibles (sílice, cutina), el análisis de FDN es necesario para la formulación de raciones (Gallardo, 2003).

Los requerimientos en fibra pueden ser estimados de diferentes maneras. Una forma muy sencilla es tomar como referencia que las necesidades de FND (kg/vaca/día) representa aproximadamente el 1.2% del peso vivo de los animales, otra manera de estimarlo como una cantidad equivalente al 25% del consumo total de materia seca mas el 0.4% del peso vivo (Grogoret, 2003).

Por otro lado, un exceso de fibra supone un inconveniente, en el sentido que limita el contenido energético de las raciones (baja digestibilidad) (Mertens 1987 citado por Calsamiglia 1997), además al haber un exceso de fibra se deprime el consumo de materia seca. La fibra debe estar presente como fibra efectiva (Yepes 2004).

### **2.3. NUTRICIÓN Y REPRODUCCIÓN.**

La nutrición es uno de los factores que más incidencia tiene en el desempeño reproductivo de un animal y el hato en general. Existe un gran número de nutrientes que son fundamentales para lograr la máxima expresión productiva y reproductiva de los animales, entre los más importantes podemos mencionar: energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas (Chilliard, 1995).

En muchos estudios se ha demostrado que los nutrientes más determinantes son la proteína y la energía, debido a que son los que el animal necesita consumir en mayor cantidad, en relación a los demás componentes del suplemento (Smith, 1992; Campabadal, 1994). Por lo tanto, un mal balanceo en la ración diaria ofrecida produce desequilibrios en el metabolismo de los animales, que resulta en un pobre desempeño reproductivo, dando como consecuencia una baja eficiencia productiva y reproductiva (Chilliard, 1995).

Muchos autores han estudiado y comprobado que un desbalance en el nivel de proteína cruda y energía en la dieta de las vacas lecheras afecta negativamente la reproducción (Linn y col, 1990; Del Pino 1996 y Martínez, 2001). Pero en muy pocos casos estos dos nutrientes han sido considerados uno dependiente del otro, es decir, que su efecto sobre la reproducción es producto de la interacción entre ambos y no solamente de sus cantidades por separado (Gallardo, 2003 Canfield y col, 1990; Martínez, 2001).

#### **2.3.1. Proteína.**

Las proteínas proveen los aminoácidos requeridos para el mantenimiento de las funciones vitales como reproducción, crecimiento y lactancia. Los animales no rumiantes necesitan aminoácidos pre-formados en su dieta, pero los rumiantes pueden utilizar otras fuentes de nitrógeno porque tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno no proteína. Esta habilidad depende de los microorganismos en el rumen (Varga, 2004; INFOCARNE, 2002<sup>c</sup>; Agronegocios, 2004).

Además los rumiantes poseen un mecanismo para ahorrar nitrógeno. Cuando el contenido de nitrógeno en la dieta es bajo, la urea, un producto final del metabolismo de proteína en el cuerpo, puede ser reciclada al rumen en cantidades grandes. En los no rumiantes, la urea siempre se pierde en la orina. Considerando estas adaptaciones del metabolismo de nitrógeno, es posible alimentar vacas con fuentes de nitrógeno no proteico y obtener una producción de 580 gr. de proteína de leche de alta calidad y 4000 kg. de leche en la lactancia (INFOCARNE, 2002c).

#### **2.3.1.1. Transformación de la proteína en el rumen.**

Los proteínas de los alimentos son degradados por los microorganismos del rumen vía aminoácidos para formar amoniaco y ácidos orgánicos (ácidos grasos con cadenas múltiples). El amoniaco también viene de las fuentes de nitrógeno no proteico en los alimentos y de la urea reciclada de la saliva y a través de la pared del rumen. Niveles demasiado bajos de amoniaco causan una escasez de nitrógeno para las bacterias y reduce la digestibilidad de los alimentos (Agronegocios, 2004).

Demasiado amoniaco en el rumen produce una pérdida de peso, toxicidad por amoniaco y en casos extremos, muerte del animal. El amoniaco es utilizado para el crecimiento de la población de bacteria. El nivel de utilización de amoniaco para sintetizar proteína microbiana depende principalmente de la disponibilidad de energía generada por la fermentación de carbohidratos. En promedio, 20 gr. de proteína bacteriana son sintetizados de 100 gr. de materia orgánica fermentada en el rumen (Wattiaux, 2003b).

La síntesis de proteína bacteriana puede variar entre 400 gr/día a aproximadamente 1500 gr/día según la digestibilidad de la dieta. El porcentaje de proteína en bacteria varía entre 38 y 55%. En general, las bacterias contienen más proteína cuando las vacas consumen más alimentos y las bacterias, pegadas a partículas de alimentos, pasan más rápidamente del rumen al abomaso (Alvarez, 1999; Wattiaux, 2003b).

#### **2.3.1.2. Metabolismo en el Hígado y Reciclaje de Urea.**

Cuando hay una falta de energía fermentable o cuando la proteína cruda en la dieta es excesiva, no todo el amoniaco producido en el rumen puede ser convertido a proteína microbiana. Un exceso de amoniaco pasa a la pared del rumen y es transportada al hígado. El hígado convierte el amoniaco a urea que se libera en la sangre. La urea en la sangre puede seguir uno de dos caminos:

- Volver al rumen vía la saliva o a través de la pared del rumen.

- Excreción en la orina por los riñones (INFOCARNE, 2002c).

Cuando la urea vuelve al rumen, está re-convertida en amoníaco y puede servir como una fuente de nitrógeno para el crecimiento bacteriano. La urea excretada en la orina es la perdida por el animal. Cuando las raciones son bajas en proteína cruda, la mayoría de urea esta reciclada y poco se pierde en la orina. Sin embargo, mientras se incrementa la proteína cruda en la ración, menos urea esta reciclada y más se excreta en la orina (Wattiaux, 2003b).

#### **2.3.1.3. Síntesis de Proteína de la Leche.**

Durante la lactancia, la glándula mamaria tiene una alta prioridad para utilizar aminoácidos. El metabolismo de aminoácidos en la glándula mamaria es sumamente complejo. Algunos aminoácidos pueden ser convertidos a otros aminoácidos u oxidados para producir energía. La mayoría de los aminoácidos absorbidos por la glándula mamaria son utilizados para sintetizar proteínas de leche. La leche contiene aproximadamente 30g de proteína por kg., pero hay diferencias importantes entre razas y dentro la misma raza de vacas. La proteína principal en la leche es la caseína y esta forma el 90% de la proteína en la leche (INFOCARNE, 2002c).

Las caseínas contribuyen alto valor nutritivo de muchos productos lácteos. Las proteínas de suero de leche también son sintetizadas a partir de aminoácidos en la glándula mamaria. Algunas proteínas encontradas en la leche (inmunoglobulinas) juegan un papel importante en transmitir resistencia a enfermedades al ternero recién nacido. Las inmunoglobulinas son absorbidas directamente de la sangre y no sintetizadas dentro la glándula mamaria y así su concentración en el calostro no es alta. La leche contiene complejos de nitrógeno no-proteico en cantidades muy pequeñas (por ejemplo urea: 0.08g/Kg.) (Wattiaux, 2003b).

#### **2.3.1.4. Proteínas y Nitrógeno no Proteico en la Ración de las Vacas Lecheras.**

Las recomendaciones para la concentración de proteína cruda en las raciones de vacas lecheras varían entre 12% por una vaca seca hasta 18% por una vaca en la primera parte de lactancia. (Agronegocios, 2004).

Si la producción de leche aumenta, la proteína bacteriana sintetizada en el rumen puede resultar insuficiente y fuentes de proteína resistentes a degradación ruminal pueden ser necesarias para proveer la cantidad requerida de aminoácidos. Fuentes típicas de proteína resistente a la degradación microbiana incluyen granos de cerveceras, granos de destilería y

proteínas de origen animal como subproductos de mataderos, harina de plumas y pescado (INFOCARNE, 2002c).

Por otro lado, el nitrógeno no proteico puede ser especialmente utilizado cuando la ración contiene menos del 12-13% de proteína cruda. La urea es probablemente la fuente más popular de nitrógeno no proteico en las raciones lecheras. Sin embargo debe ser utilizado con cautela porque un exceso lleva rápidamente a intoxicación con amoníaco. La urea no debe ser utilizada para suplementar alimentos ricos en nitrógeno altamente disponible. (INFOCARNE, 2002c; Wattiaux, 2003b).

Además la urea debe ser limitada a no más de 150-200 g/vaca/día, bien mezclada con otros alimentos para mejorar la palatabilidad y agregada progresivamente a la ración para permitir la vaca a adaptarse (Wattiaux, 2003b; INFOCARNE, 2002c y Agronegocios, 2004).

#### **2.3.1.5. El Rol de la Proteína en la Fertilidad.**

El efecto de la proteína contenida en la ración de los animales se pone de manifiesto en su producción y reproducción. En general, cantidades inadecuadas de proteína en la dieta reducen la producción de leche y el desempeño reproductivo (Márquez, 2003).

Los incrementos en la producción y los problemas en la reproducción se deben principalmente a que las lecherías han tenido un desarrollo creciente en los últimos años

basado en mejoras en la alimentación y en el proceso de holsteinización, lo que ha llevado a un aumento en la producción por animal (Martínez, 2001).

Estudios realizados han comprobado que las raciones altas en proteína, diseñadas para tener una alta producción lechera, tienen un efecto negativo en los parámetros reproductivos:

Jordan y Swanson, 2000, reportaron que al alimentar con un exceso de proteína (19.3% en base seca) se afecta la fertilidad de vacas lecheras, incrementando los días abiertos y los servicios por concepción y como consecuencia, el intervalo entre partos; esto comparado con un porcentaje más bajo de proteína en la dieta (12.7 % en base seca).

En otro trabajo se encontró que las vacas alimentadas con mayor cantidad de proteína degradable en rumen, tuvieron menor desarrollo folicular e intervalo más alto hasta la primera actividad luteal (25,2 vs. 38,6 días), menos tejido luteal acumulado y menos progesterona

plasmática, comparadas con las vacas que recibieron menor cantidad de proteína degradable en el rumen (Gallardo, 2003).

Proteína cruda, materia seca, %	18%	20%
---------------------------------	-----	-----

A

continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados obtenidos en un experimento desarrollado por el Departamento de Ciencia de la Leche del Instituto Politécnico de Virginia, en el cual se analizó el efecto que produce 2 niveles de proteína en la dieta sobre la eficiencia reproductiva de vacas lecheras.

**Cuadro 4. Impacto de la alimentación con niveles de 18% contra 20% de proteína cruda (PC) (en base seca) sobre la eficiencia reproductiva en vacas lecheras.**

Proteína degradable en el rumen/ CP, %	60	70
Proteína no degradable en el rumen / CP, %	40	30
<b>Probabilidad de preñez, %</b>		
Lactación 1 a 3	60	61
4ta lactación en adelante	60	43
<b>Impacto en la fertilidad</b>		
Incremento de servicios	0	0.65
Riesgo relativo de problemas de crianza (4 ó > servicios)	1.0	2.5
Incremento de días abiertos	0	10-15
<b>Costo \$</b>		
Días abiertos \$2/día	0	20-30
Proteína, valores extra para 120 días de lactación	0	25

Fuente: Ahmadzadeh, 1996

### 2.3.1.6 Efectos de los Excesos de Proteína.

A menudo los productores ofrecen más proteína que la recomendada por las tablas de nutrición, sobre todo fuentes de alta degradabilidad ruminal. Esta suplementación ocurre en el momento en que el animal está en su pico de producción y todavía sufriendo el balance energético negativo (BEN). Si existe un exceso de aminoácidos en el rumen, que no puedan ser captados para formar proteína bacteriana por carencia de esqueletos hidrocarbonados y fuentes de energía para las bacterias ruminales, se produce un exceso de amoníaco (NH<sub>3</sub>) ruminal que luego de absorbido a través de las paredes ruminales será convertido en urea en el hígado. La excreción renal de urea aumenta considerablemente los gastos energéticos de mantenimiento, agravando el BEN (Chase, 1997).

Este exceso de amoníaco (NH<sub>3</sub>) que ocurre a nivel ruminal endógeno origina un exceso de urea circulante en la sangre, en orina y en leche, lo que parece influenciar negativamente la función reproductiva (Chase, 1997).

Se ha demostrado que los niveles de nitrógeno ureico en sangre (BUN) y de nitrógeno ureico en leche (MUN) están relacionados con los problemas de infertilidad. Los efectos de dietas altas en proteína cruda sobre la reiniciación de la actividad ovárica no son consistentes, aunque en muchas investigaciones las concentraciones bajas de progesterona plasmática en la lactancia temprana fueron asociadas con dietas altas en proteína (Delucchi, 1998).

En un experimento (Oltner, 1983) en el cual se ha proporcionado diferentes niveles de proteína y energía en la dieta a vacas lecheras se encontró que los efectos de los excesos de los nutrientes fueron, en menor escala, por el nivel dado; pero mayormente se han debido a la interacción entre estos. Un exceso de proteína en el organismo del animal puede deberse a dos razones: un exceso de este en la dieta y también un déficit de energía que provoca un metabolismo de transformación de proteína lento y acumulación de esta en la sangre, leche, orina y otros fluidos; por lo cual el aprovechamiento y asimilación son escasos.

Algunos de los siguientes efectos han sido demostrados para explicar el pobre desempeño reproductivo que a veces es observado en dietas con excesivos niveles de proteína:

- El balance hormonal puede estar alterado, los niveles de progesterona son bajos cuando la sangre posee altos niveles de urea.
- En vacas de comienzo de lactancia, los niveles altos de proteína pueden incrementar el balance de energía negativo y demorar el retorno a un funcionamiento normal del ovario.
- Se pueden presentar altos niveles de urea en la sangre lo que posee efectos tóxicos sobre los espermatozoides, óvulos, y el embrión en desarrollo (Wattiaux, 2003b).

#### **Eje ovario-hipófisis:**

Se cree que la concentración de LH, y por tanto de progesterona, podrían verse afectadas por elevados niveles de proteína en la ración. Sin embargo, vacas alimentadas con raciones de 16 a 19% de proteína bruta tiene similares concentraciones de LH. Si la ración tiene menos del 13% de proteína bruta, los niveles de progesterona sí son mayores (Martínez, 2001).

Las vacas con altos niveles de urea en leche tienden a ser repetidoras cíclicas con bajos niveles de progesterona el día 21 post-inseminación, este hecho podría deberse a un aumento de la producción de prostaglandina (PG-2a) que comprometería la viabilidad del cuerpo lúteo (Martínez, 2001).

#### **Efectos en el ambiente uterino y en el embrión:**

Algunas observaciones sugieren que el mecanismo potencial de reducción de la fertilidad, asociado con excesos de proteína en la dieta, está relacionado con los efectos sobre el medio ambiente uterino. Las vacas con dietas altas en proteína cruda presentan niveles altos de

urea en las secreciones uterinas y alteraciones en la secreción de Mg, K y P durante la fase luteal. (Gallardo, 2003, Chase, 1996 y Martínez, 2001)

Niveles altos de proteína en la dieta ocasionan cambios iónicos en la composición de los fluidos uterinos, propiciando valores bajos de pH que interfieren con la sobrevivencia del espermatozoide y el desarrollo del embrión (Gallardo, 2003; Chase, 1997).

Tanto la proteína degradable como la proteína no degradable en exceso alteran el pH uterino en similar medida, hay que suponer que el mediador común de ambos es la urea ya que la urea en sangre varía inversamente con el pH uterino (Martínez, 2001).

La mortalidad embrionaria temprana (día 7 de preñez) en vacas lactantes está asociada con concentraciones iónicas y proteicas diferentes en el ambiente uterino (Gallardo, 2003; Martínez, 2001). Un exceso de proteína tal que reduzca los niveles de progesterona y bTP1 (proteína tropoblástica bovina) podría ocasionar mortalidad embrionaria en torno al día 17 post-inseminación debido a la pérdida del efecto protector de ambos compuestos frente a la respuesta inmunitaria de la madre (Martínez, 2001).

Otro autor encontró degeneración temprana y desarrollo pobre de los embriones de vacas sometidas a dietas altas en proteína degradable en rumen (Gallardo, 2003).

#### **2.3.1.7 Urea y Reproducción.**

La urea es una pequeña molécula orgánica, sumamente soluble y no tóxica, compuesta por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno que normalmente se encuentra en la sangre y otros fluidos. Se forma en el hígado y riñones a partir del amoníaco producto del catabolismo de las proteínas. Este amoníaco producido es sumamente tóxico a tal punto que si no se produjera su conversión a urea ocurriría una intoxicación severa (Acosta, 2002)

El hígado convierte el amoníaco en urea, liberándolo en la sangre (nitrógeno ureico en sangre NUS o BUN por sus siglas en inglés) que luego es excretado en la orina. Así mismo el NUS puede difundir dentro de la glándula mamaria y también ser excretado en la leche como nitrógeno ureico en leche (NUL o MUN por sus siglas en inglés). La detoxificación del amoníaco constituye una pérdida de energía para la vaca lechera, lo que puede limitar la producción de leche (Gómez y col, 2002b).

En rumiantes los niveles de urea no sólo reflejan el catabolismo proteico del animal huésped, sino también el metabolismo proteico del rumen por parte de las bacterias. La digestión de las proteínas en el rumen libera amoníaco que en parte es utilizado por las

bacterias ruminales para su crecimiento y multiplicación, y un remanente variable escapa del rumen y es arrastrado por el torrente sanguíneo, el que una vez absorbido debe ser convertido en urea por el hígado. Esta fracción que puede escapar del rumen depende básicamente de la ingesta de proteína soluble y la proteína degradable en el rumen y de la disponibilidad de energía para la fermentación y crecimiento bacteriano ruminal (Acosta, 2002).

La determinación de los niveles de nitrógeno ureico en leche es considerada como una nueva herramienta efectiva para determinar el balance proteico de las raciones de ganado lechero (Gómez y col, 2002b).

- **Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN) y Reproducción.**

Algunos problemas reproductivos de los hatos lecheros como bajas tasas de concepción, repetición de calores, aumento en los días abiertos y en los servicios por concepción se han asociado con niveles de nitrógeno en la dieta (Canfield y col, 1990). La proteína degradable en la dieta afecta el nitrógeno ureico y la actividad luteal (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Efecto de 2 niveles de proteína degradable sobre la concentración de BUN.**

	Proteína degradable	
	11 (%)	15.7 (%)
Leche, kg/d	27.1	25.5
BUN, mg/dl	17.1	22.4
Vacas con actividad luteal %	92	60
Pico progesterona, ng/ml	8.8	6.7

Fuente: Peña, 2000

Los contenidos de BUN correspondieron a los niveles de proteína degradable, siendo mayores en la dieta de 15.7% de proteína degradable (22.4 vs. 17.1 mg/dl). Los mayores niveles de BUN estuvieron asociados con menor eficiencia reproductiva (Peña, 2000).

Las concentraciones máximas y mínimas deseables de MUN varían de acuerdo al criterio de los diferentes investigadores. Harris (1995) sugiere niveles máximos de 18mg/dl y mínimos de 12mg/dl. Roseler (1993) sugiere valores de 15mg/dl; Hutjens (1997) recomienda niveles inferiores a 20mg/dl en el hato para evitar problemas reproductivos (Peña, 2000).

En otros estudios realizados por varios reconocidos investigadores en el arte de nutrición animal se muestra que una sobre alimentación con proteína aumenta el BUN, consecuentemente este afecta la tasa de concepción (Ahmadzadeh, 1996), como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 6. Tasa de concepción y concentración de nitrógeno ureico en sangre en vacas alimentadas con 2 niveles de proteína cruda.**

<i>Referencia</i>	15-16 % CP		19-21 % CP	
	<i>Concepción %</i>	<i>BUN (mg/dl)</i>	<i>Concepción %</i>	<i>BUN (mg/dl)</i>
Jordan y Swanson, 19791	53	No reportado	40	No reportado
Folman et al., 1981	56	8.8	44	15.4
Kaim et al., 1983	57	9.0	43	17.0
Howard et al., 1987	87	15.0	85	26.0
Carroll et al., 1988(3)	64	11.0	56	24.0
Bruckental et al., 1990	65	25.0	52	32.0
Canfield et al., 1990(2,3)	48	12.0	31	19.0
Elrod and Butler, 1991	83	<16.0	62	>16.0
<b>Promedio</b>	<b>62</b>	<b>13.8</b>	<b>48</b>	<b>21.3</b>

Fuente: Ahmadzadeh, 1996.

En este cuadro se muestra que la ración que contiene 19 - 21 % de proteína cruda resultó con BUN más alto y más baja tasa de concepción comparado con la dieta que contiene 15 - 16% de proteína cruda.

- **Origen y significado del MUN.**

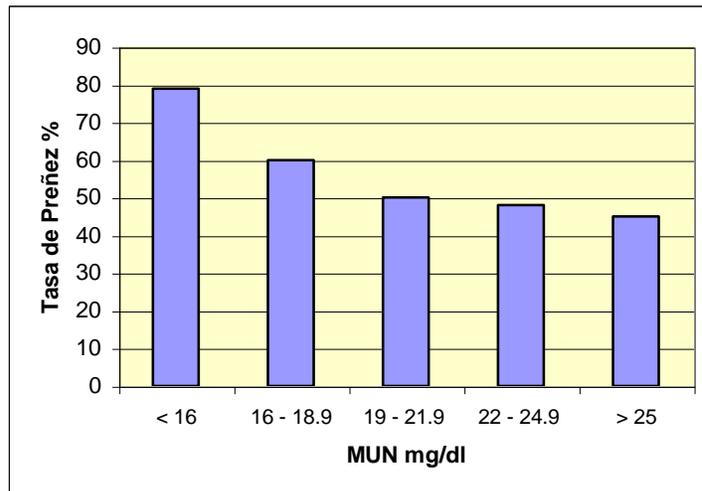
El MUN es el resultado de la difusión del contenido de urea del suero sanguíneo a través de las células secretoras de la glándula mamaria, constituyendo una fracción variable del nitrógeno total de la leche. Su contenido representa alrededor del 50% del nitrógeno no proteico y alrededor del 2.5 del nitrógeno total (DePeters y Ferguson, 1992 citado por Peña, 2000).

Los niveles de nitrógeno ureico en sangre y leche tienden a ser muy similares, es por tanto que muchos investigadores han encontrado una estrecha correlación entre BUN Y MUN (Hof y col, 1990):

- Eckart 0.97 - 0.99.
- Lober et at 0. 88.
- Piatowski et al 0.92 - 0.98.
- Kaufmann et al 0.92.
- Oitner and Wiktorsson 0.98.

El cuadro 6 se resume en el siguiente gráfico en el cual, según el autor, las vacas con niveles menores de 16 mg/dl de MUN tendrán una tasa de preñez de 80% por el contrario,

niveles mayores de MUN tal es el caso de 25mg/dL, la tasa de preñez se reduce a la mitad 40% (Varga, 2004).



Adaptado de Varga, 2004.

**Figura 3. Tasas de preñez en relación al MUN.**

**El MUN permite:**

- Tener una indicación indirecta del nitrógeno en sangre sin toma y procesamiento de muestras de sangre.
- Disponer de indicios de exceso de nitrógeno en alimentación que, por la vía de la orina, pueden indicar un mal uso del nitrógeno en los alimentos y un indicio de contaminación ambiental potencial.
- Disponer de información sobre la ingesta alimentaria del rodeo en general o de grupos de vacas en particular.
- Relacionar el dato de la concentración de urea en leche con el funcionamiento reproductivo.
- Indicador de lo adecuado de la provisión de proteína degradable al rumen. (Acosta, 2002).

En el anexo 1 se muestra una tabla donde se interpreta los resultados de MUN en vacas lecheras.

**Urea en leche como indicador ambiental**

En la medida que las dietas estén desbalanceadas la vaca va eliminar más nitrógeno al ambiente principalmente en forma de orina. Esto no sólo puede contaminar arroyos y cañadas, contribuye al incremento de la polución a la atmósfera. Un aspecto a considerar es que la excretas de la vaca principalmente la orina si se dan las condiciones se produce óxido nitroso el cual es uno de los gases con efecto invernadero y a la vez tiene efecto destructor sobre la capa de ozono (Velthof et al., 1998 citado por La Manna, 2002).

El inadecuado balance de proteína de la dieta puede originar altos o bajos niveles de nitrógeno ureico en leche lo que puede ocasionar pérdida de nutrientes, altos costos de alimento, efecto desfavorable sobre la salud del animal, reducción en la producción de leche, bajo desempeño reproductivo y por último causar un daño al medio ambiente (Gómez y col, 2002b).

### 2.3.2. Energía.

#### 2.3.2.1 Balance Energético y Fertilidad.

Una de las causas más comunes de baja fertilidad en las vacas lecheras es la deficiencia de energía en relación con las necesidades del animal o un balance de energía negativo (BEN) (Linn y col, 1990). El balance energético está dado por la energía que ingresa por consumo voluntario y el egreso por mantenimiento y producción de leche. Las vacas de alta producción tienen un balance energético negativo al principio de la lactancia (Tocci, 2003).

Dependiendo de la producción de leche en el comienzo de la lactancia, un balance de energía negativo puede durar de las primeras dos a diez semanas de la lactancia (dos meses y medio). El efecto del cambio en el peso corporal durante el mes de concepción (dos a tres meses luego del parto) se ilustra en el Cuadro 7 (Tocci, 2003; Linn y col, 1990).

**Cuadro 7. Efecto del estado energético de la vaca en el comienzo de la lactancia en su desempeño reproductivo.**

Cambios en el peso De la vaca	Número de:			
	Servicios	Preñeces	Servicios por preñez	Índice de concepción
Ganancia	1368	911	1,50	67
Pérdida	544	234	2,32	44

Fuente: Tocci, 2003

Los intervalos parto - concepción son mayores para las vacas inseminadas durante un balance de energía negativo (vacas que pierden peso) comparado con vacas inseminadas durante un balance de energía positivo (vacas que ganan peso). No existe evidencia de que

las vacas de alta producción han heredado una habilidad reproductiva negativa. Aún así, es claro que las vacas con un balance de energía negativo poseen una menor fertilidad a pesar de su habilidad de producción de leche (Márquez, 2003).

El balance energético, al hacerse negativo desencadena mecanismos que inhiben la secreción de GnRH, LH y FSH, pero también interviene retrasando la involución uterina o retardando la actividad ovárica por diferentes vías: alteración de la función luteal, disminución de la población folicular y retraso en el reinicio de las ovulaciones (Tocci, 2003; Martínez, 2001).

Las vacas de peor recuperación del consumo o mayor balance energético negativo tienen mayor número de días abiertos. Debido a que el costo energético requerido para el crecimiento folicular, fertilización del óvulo e implantación del embrión es ínfimo comparado con las necesidades de producción de leche y mantenimiento del organismo, se deduce que el problema no es una falta de energía para los gastos reproductivos sino más bien que el estado energético repercutirá en la concentración de metabolitos y en la concentración y actividad de las hormonas metabólicas y reproductivas (Del Pino, 1996; Martínez, 2001).

La duración del BEN es el principal factor que determina el retorno de los ovarios a su función normal tras el parto. Se calcula que la ovulación se retrasa 2,75 días por cada 1 Mcal de balance energético negativo de media durante los primeros 20 días posparto. El momento en que ocurre la primera ovulación determina el número de ciclos estrales para unos determinados días abiertos (Martínez, 2001).

Por lo tanto, para reducir los problemas reproductivos asociados al balance energético negativo, los objetivos serán: reducir el riesgo de trastornos peripuerperales y maximizar la ingesta de sustancia seca y energía (Del Pino, 1996).

El exceso de energía hace que proliferen las bacterias del rumen y se produzca acidosis, con lo que hay mayor descomposición de proteína y síntesis de amoníaco que provoca intoxicación, muerte de bacterias y laminitis en la vaca (Hazard, 2002).

### **2.3.2.2 Energía y Producción de Leche.**

Las necesidades energéticas de una vaca lactante dependen de sus necesidades de mantenimiento, cantidad de leche que produce, contenido energético de su leche indicado por su contenido de grasa, sus necesidades para reproducción y tasa de crecimiento si aun no es

adulta. Los niveles recomendados de nutrientes se basan en necesidades mínimas para una función fisiológica que se determinan mediante pruebas de alimentación y de digestión más un factor de seguridad para cubrir las diferencias animales individuales y las variaciones entre los alimentos (Tocci, 2003).

La energía es el nutriente más limitante al comienzo de la lactación. La ingestión de energía no compensa las necesidades de mantenimiento y de producción durante las primeras semanas de lactación debido a la alta demanda energética para producción de leche y a la limitada capacidad de consumo de alimentos (Martínez, 2001).

En consecuencia, las vacas movilizan sus reservas corporales de energía (grasa y proteína en menor medida) para minimizar el déficit. En estas circunstancias se dice que las vacas se hallan en balance energético negativo y la principal señal del mismo es la pérdida de condición corporal (Cote, 1996; Martínez, 2003; y Tocci, 2001).

El tiempo que los animales pasan en balance energético negativo variará en función de la velocidad con que se incremente el consumo de alimentos en las semanas posteriores al parto. Dicho incremento depende de factores tales como: alimentación recibida durante el período de secado, patologías sufridas en el parto, calidad de la ración, etc. (Martínez, 2001).

La alimentación correcta es el principal determinante del Balance Energético que tendrá la vaca en el momento del parto y se puede monitorear a través de la medición de la "Condición Corporal". Esta también determina los mecanismos que relacionan estado nutricional y reproducción, como: el nivel de grasa corporal y las señales metabólicas vía hormonas (insulina y/o la disponibilidad de substratos energéticos) (Márquez, 2003).

#### **2.3.2.3 Medida de la Condición Corporal.**

Las vacas en el comienzo del periodo de lactación tienen unos requerimientos muy altos de energía para la producción de leche y la reproducción. También tienen una reducida ingestión de materia seca durante los primeros 60 ó 70 días en lactación. Durante esos días tienen que utilizar como fuente de energía las reservas de grasas acumuladas en los depósitos corporales (Cote, 1996).

La cantidad de reservas que una vaca posee al momento del parto tiene una influencia muy fuerte en potenciales complicaciones al momento del parto o inmediatamente después del mismo, en la producción de leche, y en la eficiencia reproductiva para la próxima

lactancia. Las vacas deben parir con suficientes reservas pero no deben estar excesivamente gordas (Gingins, 1999; INFOCARNE, 2002a). La estimación de la condición corporal es una herramienta práctica para evaluar o monitorear la cantidad de reservas corporales disponibles en el animal (Márquez, 2003).

La medida de la condición corporal es una evaluación subjetiva de la cantidad de grasa o de la cantidad de energía almacenada que una vaca posee (INFOCARNE, 2002<sup>a</sup>). Existe un estado corporal óptimo para cada etapa de la lactancia, por eso es necesario poder caracterizarlo en un rodeo y registrar su evolución (Gingins, 1999). La escala más usada en ganado lechero está basada en 5 puntos con subdivisiones de  $\frac{1}{4}$  de punto (Gingins, 1999; INFOCARNE, 2002a).

La puntuación de la condición corporal indica la cantidad de energía almacenada disponible para la vaca (Cote, 1996; Del Pino, 1996; Martínez, 2001). En el comienzo de la lactación 1 kg de grasa corporal suple la energía necesaria para producir 7 kg de leche. Las vacas lactantes usan aproximadamente 1 kg por día de grasa corporal para alcanzar los requerimientos de energía. Las vacas mejoran su condición corporal más eficientemente durante la última fase de lactación (Cote, 1996).

El nivel de condición corporal (CC o BCS por sus siglas en inglés) en el posparto está relacionado con la severidad y la magnitud del balance de energía negativa. Las vacas que perdieron más de 0.5 BCS, durante el período posparto ha sido reportado como un factor que compromete el comportamiento reproductivo del animal (Risco, 1999). El porcentaje de preñez al primer servicio es menor en vacas con un BCS < 2.5 durante los primeros 100 días post parto (Parker, 1999; INFOCARNE, 2002a).

Las vacas que se encuentran demasiado delgadas poseen una producción de leche reducida debido a una falta de reservas corporales adecuadas para ser utilizadas en el comienzo de la lactancia; una mayor incidencia de ciertas enfermedades metabólicas (cetosis, desplazamiento abomasal, etc.); y una reiniciación demorada del ciclo estral luego del parto (INFOCARNE, 2002a).

Vacas que presentan una sobre condición al momento del parto son también candidatas para perder de manera excesiva condición corporal en el posparto. Vacas con sobre condición son incapaces de incrementar rápidamente el consumo de materia seca en el posparto. Como resultado, las reservas corporales son necesarias para soportar la producción láctea (Cote, 1996; Gingins, 1999; INFOCARNE, 2002a; Risco, 1999).

Las vacas que se encuentran demasiado gordas poseen un mayor número de complicaciones al parto (parto difícil); una depresión del consumo voluntario de materia seca en el comienzo de la lactancia lo que predispone a la vaca para incrementar la incidencia de ciertas enfermedades metabólicas (síndrome de la vaca gorda, cetosis, etc.); y reducir la producción de leche (INFOCARNE, 2002a).

Hay seis momentos claves durante el ciclo anual cuando a cada vaca debería evaluársele su condición corporal. Estos momentos son: a la mitad del periodo seco, al parto, y aproximadamente a los 45, 90, 180 y 270 días durante la lactación. Estas evaluaciones deben coincidir con esos momentos en los que se van a tomar decisiones importantes sobre cambios en los programas de alimentación, reproducción y de gestión sanitaria (Parker, 1999).

#### **2.3.2.4 Efectos del Balance Energético Negativo en el Hígado.**

Como ya se mencionó, las vacas cuando paren movilizan sus reservas corporales de energía (grasa y proteína en menor medida) para minimizar el déficit de energía que supone su mantenimiento y la producción de leche (Tocci, 2003; Martínez, 2001). Pero cuando la movilización de grasa es excesiva, la aparición de cetosis e hígado graso es inevitable (Tocci, 2003; Wattiaux, 2003a).

Si las vacas se vieran forzadas a usar más de 1 kg de grasa corporal al día y especialmente durante los primeros 14 días en lactación, la degeneración de grasa en el hígado resultaría excesiva. Y como resultado puede haber cetosis y los intervalos de concepción pueden ser más prolongados (Cote, 1996).

La movilización de grasa preparto es responsable del engrasamiento del hígado, que en casos de balance energético negativo preparto, ya está saturado el día del parto, y predispone a cetosis y el síndrome del hígado graso, que cursa con una disminución de la producción, la aparición de problemas patológicos periparto, la disminución de la eficacia reproductiva y de la capacidad inmunitaria del animal (Tocci, 2003).

## **2.4. ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LAS RACIONES.**

Agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas son requeridos para una reproducción normal. Estos nutrientes son los mismos que los requeridos para otros procesos corporales:

mantenimiento, crecimiento y producción de leche (Martínez, 2001; Reneau, 2002; Campabadal, 1994)

Las vías por las cuales estos nutrientes se relacionan con la reproducción son:

- **Metabólica:** que aporta precursores o intermediarios necesarios (grasa, progesterona).
- **Hormonal:** estimulando los mecanismos metabólicos a todos los niveles.

Ambas están estrechamente unidas y a través de ellas la alimentación puede ejercer su influencia positiva o negativa en los resultados reproductivos (Martínez, 2001).

Una buena ración ofrece un camino para la mejora de los problemas reproductivos de las diversas explotaciones donde el avance genético y mejoras en la producción no han sido acompañados con mejoras en la calidad nutritiva de las raciones y el manejo de la alimentación (Tocci, 2003).

#### **2.4.1 Grupos Alimenticios.**

Los ingredientes utilizados en las dietas de vacas lecheras se pueden clasificar como:

##### **2.4.1.1 Forrajes**

En general, los forrajes son las partes vegetativas de las plantas gramíneas o leguminosas que contienen una alta proporción de fibra (más de 30% de fibra neutro detergente). Son requeridos en la dieta en una forma física tosca (partículas de más de 1 milímetro de longitud) (Wattiaux, 2003a). Las características generales de los forrajes son las siguientes:

- **Volumen:** La ingestión de energía y la producción de leche pueden ser antagónicas si hay demasiado forraje en la ración. Sin embargo, alimentos voluminosos son esenciales para estimular la rumia y mantener la salud de la vaca.

- **Contenido de proteína variable:** Según la madurez, las leguminosas pueden tener de 15 a 23% de proteína cruda, las gramíneas contienen del 8 al 18% de proteína cruda (según el nivel de fertilización con nitrógeno) y los residuos de cosechas como la paja, pueden tener solo de 3 a 4% de proteína cruda (Tocci, 2003; Wattiaux, 2003a).

- **Alta Fibra y Baja Energía:** Los forrajes pueden contener de 30 hasta 90% de fibra (fibra neutro detergente). En general, entre más alto el contenido de fibra, más bajo es el contenido de energía del forraje. De la fibra de los forrajes, las vacas requieren tanto un mínimo como un máximo de fibra. Se distinguen 2 tipos:

- Fibra de tipo “química” (FDN): no menos de 30%, ni mucho más del 50%, en MS de la dieta total.
- Fibra “efectiva”: no debe ser inferior al 5-8% de la MS total suministrada ni mayor del 15% si se trata de fibra larga de baja digestibilidad (< 45%), ya que se provoca “efecto llenado ruminal” que es también perjudicial.

Si falta fibra se producirá acidosis ruminal, mientras que si hay un exceso se produce llenado ruminal, ambos perjudiciales para la salud de las vacas (Gallardo, 2003).

Los forrajes de alta calidad pueden constituir dos terceras partes de la materia seca en la ración de las vacas, que podrían comer del 2.5 al 3% de su peso corporal como materia seca (ejemplo, una vaca de 600 kg. puede comer de 15 a 18 kg. de materia seca de un forraje de buena calidad). Las vacas comen más de una leguminosa que un pasto en la misma etapa de madurez. Sin embargo, forrajes de buena calidad, alimentados en raciones balanceadas, suministran mucho de la proteína y energía necesarias para la producción de leche (Tocci, 2003; Gallardo, 2003; Wattiaux, 2003a).

#### **2.4.1.2 Concentrados**

Son alimentos que son bajos en fibra y altos en energía, elaborados mezclando granos y aditivos de diferentes tipos. Los concentrados pueden ser altos o bajos en proteína. Tienen alta palatabilidad y usualmente son comidos rápidamente. En contraste con los forrajes, los concentrados tienen bajo volumen por unidad de peso (alta gravedad específica) y además no estimulan la rumia. Usualmente fermentan más rápidamente que los forrajes en el rumen. Aumentan la acidez (reducen el pH) del rumen que puede interferir con la fermentación normal de fibra. Cuando el concentrado forma más de 60-70% de la ración puede provocar problemas de salud. El propósito de agregar concentrados a la ración de la vaca lechera es de proveer una fuente de energía y proteína para suplementar los forrajes y cumplir con los requisitos del animal (Tocci, 2003; Wattiaux, 2003a).

Así los concentrados son alimentos importantes que permiten formular dietas que maximizan la producción lechera. Generalmente, la máxima cantidad de concentrados que una vaca puede recibir cada día no debe sobre pasar 12 a 14 Kg. (Wattiaux, 2003a).

#### **2.4.1.3 Minerales y Vitaminas.**

Los minerales cumplen un importante papel en la nutrición y en la reproducción, porque aunque no proporcionan energía son necesarios para la utilización y síntesis biológica de nutrientes esenciales. En muchos establos lecheros existen problemas de deficiencia de uno

o más minerales lo que puede resultar en pérdidas económicas grandes; sin embargo, estos se presentan en forma subclínica la cual no es fácilmente diagnosticada. Es por esta razón que es difícil establecer los posibles efectos del exceso o deficiencias marginales a largo plazo (Tocci, 2003; Wattiaux, 2003a; Gómez y col, 2002a).

En las raciones ofrecidas a los animales los nutrientes ejercen efectos diversos sobre la reproducción; los macro nutriente ejercen su efecto sobre el balance energético, aporte de precursores o exceso de derivados. Las vitaminas y minerales ejercen un efecto mas específico sobre la integridad de los tejidos y su funcionalidad (Tocci, 2003).

En las vacas lactantes, los macro minerales de principal importancia son: calcio (Ca), fósforo (P), y magnesio (Mg). La fiebre de leche (hipocalcemia) en los primeros días de lactancia se debe a un desequilibrio de metabolismo de calcio y el fósforo (Tocci, 2003; Wattiaux, 2003a).

Los requerimientos de Calcio y Fósforo dependen de la producción y composición de la leche, además del estado de preñez. Las vacas en producción requieren de Calcio entre 0.6 - 0.67 % en el alimento mientras que para vacas en seca, suministrar un alto nivel de calcio tiene como consecuencia desfavorable una disminución de calcio en el suero sanguíneo (hipocalcemia), en el parto o cerca de él. Durante el periodo seco el requerimiento de calcio en el alimento, está entre 0.44 - 0.47 % (Cozzolino, 1996; Gómez y col, 2002<sup>a</sup>; Wattiaux, 2003<sup>a</sup>).

El costo económico de este desequilibrio se extiende más allá del costo del tratamiento. Numerosos trabajos han demostrado que la hipocalcemia esta asociada con un aumento en la incidencia de mastitis, cetosis, desplazamiento de abomaso, retención de placenta y menor fertilidad (Gómez y col, 2002a).

Las deficiencias de fósforo pueden demorar en gran forma la madurez sexual de las novillas y disminuir la fertilidad de las vacas lecheras. Una relación calcio-fósforo de 1,5:1 a 2,5:1 es deseable (Cozzolino, 1996; Wattiaux, 2003a), mientras que un exceso de fósforo puede interferir con el metabolismo de la vitamina D y causar la fiebre de la leche. Los minerales deben ser suministrados a diario en cantidades calculadas previamente (Cote, 1996).

Los microminerales son requeridos en cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como un premezclado en el concentrado (Wattiaux, 2003a).

Los problemas de las pezuñas están relacionados definitivamente con la ingestión de cobre. Este también interviene en la conversión enzimática de los precursores a vitamina A y en la actividad de las enzimas antioxidantes (Martínez, 2001).

Previamente se había usado el sulfato de magnesio por sus valores catalíticos para mejorar la interacción entre el cobre y como prevención de la Tetania (Vértigo de la hierba) (Coozolino, 1996).

A las vacas secas se les debe suministrar de 30- 40 gramos diarios de sales de cobalto yodada. Un exceso de sodio proveniente de la sal, puede ser la causa del edema de las ubres en vacas secas y vaquillas jóvenes (Cote, 1996).

Las vacas alimentadas con raciones deficientes de manganeso tienen celos de menor intensidad, requieren más servicios por concepción y tienen mayor tasa de muerte embrionaria. El zinc necesario para la activación de los precursores de la vitamina A. Mientras que la deficiencia de yodo provoca a largo plazo ciclos irregulares, menor tasa de concepción y retención placentaria (Martínez, 2001).

En ocasiones, los aportes extras de vitaminas y minerales han mejorado los parámetros reproductivos. Los más estudiados son:

***Vitamina A y beta-caroteno:***

La deficiencia de vitamina A y beta-caroteno se relaciona con aumento del número de abortos, retenciones placentarias y nacimiento de terneros débiles o muertos. A largo plazo ocurre daño en la hipófisis y ovarios. No se sabe con certeza si el efecto del beta-caroteno sobre la reproducción es como precursor de la vitamina A o es por otros mecanismos independientes. La suplementación con beta-caroteno mejora los resultados reproductivos en torno al 50% de las ocasiones (Martínez, 2001).

***Vitamina E y selenio:***

Además de su papel como antioxidantes en el organismo, la vitamina E y el selenio podrían tener un papel específico en el mantenimiento de la salud reproductiva. Los tejidos reproductivos y las glándulas asociadas a la función reproductiva acumulan selenio. Las vacas suplementadas con vitamina E y selenio tienen mejor tasa de concepción, mejor transporte del espermatozoides por aumento de las contracciones uterinas hacia el oviducto y menor incidencia de patologías como metritis, retención placentaria y quistes ováricos (Martínez, 2001).

## **2.4.2 Evaluación Biológica de los Alimentos.**

### **2.4.2.1 Pruebas de Digestibilidad**

Las pruebas de digestibilidad son muy útiles para conocer la calidad de un alimento, si es bien sabido que si existe una menor digestibilidad del forraje, la cantidad de este en la dieta se ve reducido (Blezinger, 2002)

Las pruebas de digestibilidad casi nunca son usadas para análisis de forrajes en granjas, sino más bien son comúnmente usadas por científicos para evaluar la calidad de forrajes entre ellas se encuentran prueba de digestibilidad in vitro e in vivo. (Blezinger, 2002)

In Vitro (en el laboratorio) a una muestra de forraje se le adicionan los reactivos necesarios para el análisis que consisten en un buffer y fluido ruminal. La mezcla de estos es puesta luego a fermentación por varias horas, para simular el proceso llevado a cabo por el organismo del animal. La digestibilidad es medida por diferencias de Fibras Neutro Detergente en el forraje antes y después de la fermentación in Vitro (Martínez, M, 1993; Hoffman, P y Col., 2004; Nielsen, 1981; Church y Col, 1995)

In Vivo (en el animal) la muestra del forraje a analizar, es colocada en una pequeña bolsa de nylon o dacrón, que se inserta en el animal vía ruminal por medio de una cánula o fístula por un periodo específico de tiempo, usualmente 48 horas. Trascurrido el tiempo, se extrae la muestra y se le realiza el análisis de fibra neutro detergente. El cálculo de digestibilidad se realiza por diferencia entre las fibras neutro detergente en el forraje antes y después de la incubación. Este es uno de los métodos más utilizados por los científicos en programas de evaluación de forrajes. (Hoffman y col, 2004; Blezinger, 2002; Baraja, C, 1993 y Church y col, 1995).

### **2.4.2.2 Pruebas de Rendimiento.**

Son ensayos que se realizan en animales para conocer su respuesta a diversos cambios ya sea en su dieta y manejo; con el interés de saber el desempeño productivo que estos puedan ocasionar según el rubro en el cual esta inmerso el animal. En el caso del ganado lechero, las pruebas de rendimiento van dirigidas hacia la mejora en el volumen de leche producido y contenido de grasa (Church y col, 1995)

## **2.4.3 Análisis Químico de los Alimentos.**

Los análisis químicos son actualmente los más difundidos y más ampliamente utilizados en el mundo. Estos métodos se basan en conocidos principios químicos y bioquímicos; a

través de proceso de secado, extracción y pesado se determinan los principales componentes de valor nutritivo de los alimentos (Delucchi, 1998)

#### **2.4.3.1 Análisis Proximal.**

Es uno de los métodos más antiguos, con mas de un siglo de formulado. Se basa en la partición de la fracción de materia seca, en componentes de valor nutritivo como extracción de lípidos con éter, proteína cruda (PC) (N total x 6.25), cenizas (fracción mineral), fibra cruda (parte de la celulosa y la lignina) y extracto no nitrogenado (azúcares solubles, almidón y parte de la celulosa y la lignina) (Universidad Mayor de San Marcos, 2003; Mieres y col, 1999).

- **Humedad.**

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos. (Mieres y col, 1999).

- **Humedad parcial.**

Estos incluyen las mediciones de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua a la temperatura de ebullición o cerca de ella. Aunque tales métodos son usados frecuentemente debido a que dan resultados exactos cuando se consideran sobre una base relativa, hay que tener en mente que el resultado obtenido puede no ser una medición verdadera del contenido de agua de la muestra. (Universidad Mayor de San Marcos, 2003; Mieres y col, 1999).

- **Humedad total.**

El agua combinada o adsorbida es difícil de eliminar y parece estar asociada a las proteínas presentes. La proporción de agua libre perdida aumenta al elevar la temperatura, por lo que es importante comparar únicamente los resultados obtenidos cuando se usan las mismas condiciones de secado. Además, si es posible que se efectúe alguna descomposición, como sucede en los alimentos que tienen una proporción elevada de

azúcares, es aconsejable usar una temperatura de secado más baja, por ejemplo, 70° C y aplicar vacío (Universidad Mayor de San Marcos, 2003; Mieres y col, 1999).

- **Proteína Cruda.**

El método de Kjeldahl evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. Luego la cantidad de nitrógeno obtenida es transformada a proteína cruda multiplicando este valor por un factor, que depende de la naturaleza de la muestra (Olvera, 1993). Se estima que en una unidad proteica existe el 16% de nitrógeno, por lo que se determina la cantidad de nitrógeno en el laboratorio y este valor se multiplica por el factor 6.25 para estimar el porcentaje de proteína cruda (Mieres y col, 1999)

- **Extracto Etéreo.**

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter di etílico en un aparato de extracción continua. Se realiza por varios métodos, uno de los más comunes es el método de Soxhlet en el cual una muestra se pone a hervir en éter etílico por un período de 5 horas, tiempo en el cual se estima que la muestra ha despedido el material graso, luego por diferencias de peso se estima el contenido de extracto etéreo en porcentaje (Universidad Mayor de San Marcos, 2003).

- **Fibra Cruda.**

La fibra "cruda" o "bruta" es el residuo orgánico lavado y seco que queda después de hervir sucesivamente la muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluidos. (Monografía, 1999).

"Fibra cruda" es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con ácido sulfúrico diluido hirviente, hidróxido de sodio diluido hirviente. Este tratamiento proporciona la fibra cruda que consiste principalmente del contenido en celulosa además de la lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra. Las cantidades de estas sustancias en la fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean, por lo que para obtener resultados consistentes deben seguirse procedimientos estandarizados con rigidez. (Universidad Mayor de San Marco, 2003).

- **Ceniza.**

Se denomina así a la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales). Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente pero hay que observar que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura) (Universidad Mayor de San Marcos, 2003; Mieres y col, 1999).

- **Extracto Libre de Nitrógeno.**

Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal, constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados; debido a que se obtiene como la resultante de restar a 100 los porcentajes calculados para cada nutriente, los errores cometidos en su respectiva evaluación repercutirán en el cómputo final. (Olvera, 1993).

#### **2.4.3.2 Componentes de la Pared Celular por el Método de Van Soest.**

Este método fue desarrollado en la década de los 60 por el Dr. Peter Van Soest con el objetivo de solucionar un problema importante: el sistema tradicional de determinación de la fibra cruda no diferenciaba los componentes de la pared celular lo suficiente como para generar estimadores precisos del valor energético de los forrajes en un rango amplio de especies y estado de madurez. (Delucchi, 1998) (Ver anexo 2).

- **Fibra Insoluble en Detergente Neutro (FDN).**

La FDN es la porción de la muestra de forraje que es insoluble en un detergente neutro (pH 7.0). Esta básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, se le nombra comúnmente como "fracción de la pared celular". El contenido de FND de un forraje aumenta con la madurez pero también hay diferencias importantes entre especies forrajeras. En general, a igualdad de estado de madurez, las gramíneas tienen un contenido más alto de FDN que las leguminosas; a su vez las gramíneas tropicales tienen más pared celular que las gramíneas templadas. El contenido de FDN de un forraje está negativamente correlacionado con el máximo consumo voluntario de este material por los rumiantes, así como se digestibilidad y contenido energético (Delucchi, 1998).

- **Fibra Insoluble en Detergente Ácido (FDA).**

Es la fracción de la pared celular del forraje que es mas comúnmente incluida en los resultados de laboratorio. Incluye celulosa, lignina y sílice, porción de la muestra que es insoluble en detergente ácido. La importancia de FDA radica en que esta negativamente correlacionada con la disponibilidad de energía en el forraje. Se obtiene luego de hervir la muestra en un detergente ácido por una hora (AOAC, 1984; JP Selecta).

- **Lignina.**

A partir del residuo insoluble en detergente ácido se puede continuar la extracción de lignina y de celulosa de una muestra. A este residuo se le agrega los reactivos específicos y se deja por un espacio de tres horas, se calcina y por diferencia de peso se obtiene el valor (AOAC, 1984). La lignina es un compuesto no glúcido de la pared celular que dificulta la accesibilidad de los microorganismos del rumen a la celulosa y la hemicelulosa, limitando la digestibilidad de estos nutrientes así como también esta correlacionada negativamente a la energía disponible en los forrajes (Insituto de Alimento EEUU).

### 3. METODOLOGIA.

#### 3.1 UBICACIÓN.

El Estudio se realizó en 8 hatos lecheros especializados, ubicados en la zona occidental y central de El Salvador, los cuales fueron escogidos usando como criterio: más de 75% de genética Holstein y producciones promedio diarias por arriba de 15 litros/vaca/día. En estas lecherías se ofrece una dieta con una importante proporción de suplemento concentrado y con manejo principalmente estabulado. El cuadro 8 muestra la ubicación y condiciones ambientales de las lecherías en estudio.

**Cuadro 8. Características Generales de las Lecherías en Estudio.**

Ubicación	Departamento	msnm	T <sup>o</sup> promedio (°C)
Candelaria de la frontera	Santa Ana	701	26.9
Texistepeque	Santa Ana	418	25.8
San Juan Opico	La Libertad	518	24.1
Atiquizaya	Santa Ana	608	23.1
Cangrejera	La Libertad	59	26.5
Izalco	Sonsonete	430	24.2
Comalapa	La Paz	26	26.7
Quezaltepeque	San Salvador	429	24.1

Datos climáticos: Araujo, R.M. 2005. Comunicación personal.

La fase de laboratorio fue realizada en tres distintas instalaciones, dentro de la Universidad de El Salvador:

- Laboratorio del Departamento de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Laboratorio de Radioinmunoensayo del Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Laboratorio de Control de Calidad Físico - Químico de Medicamentos, Cosméticos y Alimentos del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), de la Facultad de Química y Farmacia.

### 3.2 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación de campo que comprendió los muestreos de alimento y sangre, se llevó a cabo en los meses de abril y septiembre de 2004, considerando cada mes como muestreo de época seca y lluviosa, respectivamente. La fase de laboratorio tuvo una duración de 9 meses comprendidos entre abril a diciembre de 2004 realizadas en los laboratorios mencionados.

### 3.3 UNIDADES EXPERIMENTALES.

En las ocho ganaderías se escogió las vacas de alta producción para realizar una evaluación nutricional y un muestreo sanguíneo para la determinación de nitrógeno ureico en sangre, para el cual se utilizó del 25% de animales del grupo de vacas en alta producción.

En el siguiente cuadro se presenta el número de vacas de alta producción y los requisitos para considerar dentro de ese grupo, según los criterios de los productores:

**Cuadro 9. Criterios Utilizados para Considerar a las Vacas de Alta Producción y número de Vacas en este Grupo**

Ubicacion	Vacas en ordeño	Criterio para alta producción	Vacas en alta producción.
Candelaria	155	> 22Lt/día/vaca	76
Texistepeque	51	> 19Lt/día/vaca	46
San Juan Opico	29	> 19Lt/día/vaca	21
Atiquizaya	90	> 20Lt/día/vaca	48
Cangrejera	46	> 20Lt/día/vaca	35
Izalco	85	> 22Lt/día/vaca	60
Comalapa	60	> 19Lt/día/vaca	39
Quezaltepeque	39	> 20Lt/día/vaca	30

Para hacer el estudio reproductivo, se consideró a todas las vacas adultas de las lecherías que tuvieran un parto programado para el año 2004, tomando en cuenta el parto anterior a este y los eventos reproductivos entre el parto anterior y el parto en estudio.

### 3.4 EVALUACIÓN NUTRICIONAL.

Se realizó dos evaluaciones nutricionales: una en la estación seca (abril) y otra durante la estación lluviosa (septiembre). Esto consistió en registrar información de las vacas, muestrear los alimentos; realizar los análisis químicos y hacer un balanceo de proteína y energía.

#### 3.4.1 Registro de la Información.

Se obtuvo en cada ganadería información sobre los animales, el ambiente y la alimentación.

Datos del hato:

- Raza.
- Peso promedio.
- Producción promedio por animal.(Lit/vaca/día)
- Edad promedio al primer parto.
- Distancia que caminan los animales.

Datos del medio ambiente:

- Temperatura.
- Humedad relativa. (Ver hoja de recolección de datos, anexo 3)

Datos de la alimentación:

- Ingredientes y su inclusión en la dieta.
- Precio por qq o kg de las materias primas del concentrado y costo de los forrajes.
- Consumo de concentrado y forraje (Ensilado, Pasto de corte y heno).
- Características del forraje. (Ver hoja de recolección de dato anexo 4)

Estos datos fueron proporcionados por los encargados de la hacienda y registrados por medio de fichas de campo. En el caso del consumo de forraje y concentrado fueron verificados por medio de basculas en la finca y luego procesados para obtener los análisis del caso.

### **3.4.2. Muestreo de las Raciones.**

Se hizo muestreo de concentrado, ensilado, heno y zacate de corte según cada caso. Donde se mezcla la ración total, se obtuvo las proporciones de los ingredientes libres de forraje para analizar su composición de forma uniforme en todas las ganaderías.

- **Muestreo en concentrado.**

Se obtuvo una cantidad aproximada de 2 libras de concentrado ofrecido al grupo de vacas de alta producción, el cual fue depositado en bolsas de plástico transparente; se identificó con una viñeta y se guardó en desecador hasta su análisis.

- **Muestreo en ensilado.**

Se recolectó aproximadamente de 3 libras de ensilado en bolsas de plástico transparente con su respectiva viñeta de identificación; teniendo el cuidado de extraerlo directamente del silo con el objetivo de evitar pérdida de humedad y descomposición por el aire. Debido al alto contenido de humedad de este tipo de alimento, fue necesario realizarle la humedad parcial el mismo día de su recolección.

- **Muestreo en heno.**

En las haciendas que proporcionan heno, se obtuvo una muestra de aproximadamente ½ libra por su humedad muy baja y por su peso que casi está dado en materia seca. Se usó bolsas de plástico transparente para su recolección y transporte y viñetas para su identificación.

- **Muestreo en pasto de corte.**

Se extrajo una cantidad aproximada de 5lb del pasto de corte que se estaba ofreciendo en ese momento al grupo de vacas altas productoras. Se tomo directamente del lugar donde se estaba preparando para ofrecerlo (luego de picarlo o cortarlo) y se colocó en bolsas de plástico transparente y se identificaron.

En los casos que se usa ración total mezclada, se muestreó los componentes por separado. Fue necesario calcular la cantidad de materias primas para elaborar una pequeña porción de concentrado. De esta manera también se buscó evitar errores en los análisis de laboratorio.

Las muestras así recolectadas fueron enviadas al laboratorio donde se les realizaron diferentes análisis según la naturaleza de las mismas.

#### **3.4.2.1 Determinación de los Constituyentes de la Dieta.**

En cada ganadería se obtuvo los constituyentes de la dieta, los cuales fueron pesados para calcular la cantidad de forrajes y suplemento ofrecidos al animal promedio, en el grupo de alta producción.

#### **3.4.3 Análisis Químico.**

##### **3.4.3.1 Concentrado.**

A las muestras de concentrado se les realizó un análisis bromatológico proximal, que incluye las siguientes determinaciones:

- Humedad total.
- Cenizas.
- Nitrógeno y proteína.
- Extracto Etéreo.
- Fibra cruda.
- Extracto libre de nitrógeno (ELN)

##### **3.4.3.2 Forrajes (ensilado, pastos y heno).**

A los forrajes se les realizó el análisis bromatológico proximal y además el análisis de Van Soest.

- Fibra neutro detergente.
- Fibra ácido detergente.
- Lignina.

Se analizó 32 muestras de alimento concentrado, 48 de ensilado, 36 de heno, 36 zacate y 6 de ración total mezclada en las dos estaciones estudiadas, para ello se utilizó los protocolos de la Association of official Analytical Chemist (AOAC), que son estándares internacionales de referencia.

Las marchas químicas, así como el fundamento, equipo, materiales y reactivos necesarios para cada uno de los procesos mencionados, se describen en los anexos 5 al 13.

#### **3.4.4 Evaluación de la Dieta.**

Usando las cantidades de alimento en la dieta y sus composiciones establecidas en laboratorios, se determinó las cantidades de nutrientes ofrecidas a la vaca promedio en cada ganadería. La oferta de nutrientes se comparó con las necesidades recomendadas por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos de Norte América (NRC, 2000) para establecer el balance de nutrientes, haciendo énfasis el balance de proteína y la energía metabolizable. También se determinaron costo de raciones ofrecidas y nutrientes.

##### **3.4.4.1 Balanceo de la Ración.**

Para cada ganadería en estudio se ingresó los ingredientes de la dieta y su composición a una base de datos en el programa de balanceo de raciones para ganado lechero del NRC 2000, incluyendo los forrajes con sus respectivos valores nutricionales obtenidos en el laboratorio. Además se ingresó datos generales del animal tales como: raza, peso, Calificación de Condición Corporal (CCC), estado productivo, intervalo de parto, edad al primer parto, y aspectos productivos como % grasa en la leche y la producción diaria. Con esto se obtuvo los reportes, de los cuales se extrajo la información necesaria para hacer consideraciones sobre materia seca, proteína y energía:

- Materia seca: Consumo estimado (Kg.), consumo real (Kg.), relación forraje: suplemento.
- Proteína: Oferta en la dieta, requerimientos, balance de proteína cruda y metabolizable, proporción de proteína soluble y sobrepasante.
- Energía: Oferta en la dieta, requerimiento y balance de energía neta de lactación.

#### **3.4.4.2 Evaluación de los Costos de la Dieta.**

Los costos de la dieta fueron obtenidos de los propietarios de las haciendas. Conociendo las inclusiones de cada ingrediente se calculó el gasto en cada ingrediente ofrecido y el valor total de la ración diaria para cada vaca promedio. Para esto se utilizó la hoja electrónica del programa de computadora Excel versión 8.0, se calculó el costo de alimentación por suplemento y forraje y total por vaca al día.

Además se calculó el gasto en alimentación por litro de leche producido dividiendo el costo en alimentación y el valor de la leche producida por vaca. Así mismo se calculó el costo de kg de materia seca de forraje y suplemento, costo de kg de PC y el costo de Mcal de ENL del forraje y del suplemento. Por último se realizó una simulación a la finca con mayores costos por kg de PC y Mcal ENL, otorgándole valores ideales en la composición de los forrajes ofrecidos por la propiedad sin cambiar las cantidades brindadas.

#### **3.5 EVALUACIÓN DE CONDICIÓN CORPORAL (CC).**

Se realizó una medición de la condición corporal durante los muestreos de abril y septiembre, utilizando la escala de 5 puntos propuesta por Edmonton, 1982 (ver anexo 14). Utilizando las fechas de parición de las vacas se graficó la curva del cambio de CC posterior al parto para cada ganadería. Los datos fueron recolectados en las fichas que se muestran en el anexo 15.

#### **3.6. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO UREICO EN SANGRE.**

Para la determinación de nitrógeno ureico en sangre se realizó un muestreo sanguíneo en las vacas altas productoras, se procedió a muestrear el 25% de los animales en este grupo en cada finca. La obtención de la muestra se realizó por medio de una punción en la vena yugular, inmovilizando al animal con la ayuda de lazos y un narigón. Se extrajo la sangre utilizando aguja # 18 de 2 ½ pulgadas, unida con un sujetador a un tubo vacutainer con vacío sin anticoagulante. El tubo se identificó. Las muestras se transportaron en hielera al laboratorio, donde fueron centrifugadas a 7.000 RPM por un período de 5 minutos. Posteriormente se procedió a la extracción del suero separado, por medio de una pipeta pasteur. El suero se depositó en críoviales, tapados y sellados con papel parafilm y luego fueron congelados en el laboratorio para su posterior análisis.

A los sueros se les determinó el BUN (Nitrógeno Ureico en Sangre) por medio del método de UREA CE de LABTEST DIAGNOSTICA, en total fueron 257 sueros analizados bajo este método. El protocolo de laboratorio se presenta en el anexo 16.

### **3.7. EVALUACIÓN REPRODUCTIVA.**

Para poder obtener los distintos eventos del hato y calcular los parámetros reproductivos, se seleccionó todas las vacas que parieron en el periodo de 1 de enero al 31 de diciembre de 2004. Los eventos registrados fueron:

**Eventos reproductivos:**

- Parto del año en estudio. (que incluyó partos programados)
- Parto anterior.
- Número de lactancia.
- Fecha de servicios.

**Parámetros reproductivos calculados:**

- Intervalo entre partos.
- Días abiertos.
- Intervalo 1er servicio - concepción.
- Servicios por concepción. (Ver hoja de recolección de datos anexo 17)

Los cálculos fueron realizados en la hoja electrónica del programa Excel versión 8.0. Además los parámetros encontrados sirvieron para incluirlos en el programa de balanceo de raciones usando el software del NRC, 2000.

### **3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se analizó el efecto de finca y época del año sobre: el consumo de materia seca, el balance de proteína, balance de energía, proporción de fibra neutro detergente en la dieta y aporte proteico por parte del suplemento, utilizando el modelo general lineal (GLM) del programa Statistic Analysis System (SAS). En las variables que se encontró significancia, se realizó una prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **4.1 COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS DE LAS VACAS.**

A continuación se presentan los resultados obtenidos sobre la composición de las dietas de las vacas en las lecherías estudiadas, enumerando los componentes de estas encontrados en

cada época de muestreo. En el cuadro 10 las materias primas utilizadas en la época seca y en

Alimento/Finca	Candelaria	Texistepeque	Opico	Atiquizaya	Cangrejera	Izalco	Comalapa	Quezaltepeque
Maíz Amarillo	3.69	2.14	1.65	1.14	3.87		3.45	4.19
H de soya	3.06	2.00	2.47	2.57	4.55	3.76	1.64	3.82
Melaza	1.53	1.07	2.74	1.00	1.59	1.40	0.91	1.18
Afrecho trigo	1.91	1.07	1.65	1.36	1.59	1.57	0.64	2.61
Harin de maní	1.53			1.82			1.09	
Sorgo				2.00				
H de coquillo		0.27						
Harin de coco				0.45			0.55	
H de pescado				0.23				
Pulimento				1.14			0.55	
Gr de destiler						1.07		
Sémola maíz						3.30		
Grasa sobrep <sup>1</sup>	0.51		0.08	0.45		0.37	0.09	0.31
Grasa					0.32			
Aceite				0.15				
Sal común	0.13	0.05	0.18	0.10	0.11	0.05	0.05	0.09
Carb de calcio	0.13	0.05	0.18	0.10	0.11	0.20	0.09	0.19
Fosf di Calcico		0.05		0.10		0.10		
Premezcla vit						0.02		

el cuadro 11, las de la época lluviosa.

**Cuadro 10. Composición de las Dietas de las Fincas en Estudio en kg/día en la Época Seca.**

Sal mineral <sup>1</sup>	0.19	0.05	0.18	0.15	0.13	0.02	0.05	0.12
Bicarb sodio.	0.13	0.05	0.18	0.15	0.07	0.18		
Urea			0.29					
Levadura	0.02	0.005	0.01					
Inhib toxinas <sup>1</sup>		0.005	0.01	0.005	0.07			0.09
Buffer plus					0.01			0.12
<b>Suplemento</b>	<b>12.82</b>	<b>6.82</b>	<b>9.56</b>	<b>12.90</b>	<b>12.48</b>	<b>12.05</b>	<b>9.09</b>	<b>12.73</b>
Ensilado	44			24.10	25	37.27	22.72	21.66
Heno	4			2.00**	3.64			2.27
Zacate		41.55*	36.36	4.95		9.09	2.27	
Pulpa naranja			9.09					
<b>Forraje</b>	<b>48.00</b>	<b>41.55</b>	<b>45.45</b>	<b>31.05</b>	<b>28.64</b>	<b>46.36</b>	<b>24.99</b>	<b>23.93</b>
<b>RTM</b>	<b>60.82</b>	<b>48.37</b>	<b>55.01</b>	<b>43.95</b>	<b>41.11</b>	<b>58.41</b>	<b>34.08</b>	<b>36.66</b>

<sup>1</sup> Se incluye esta categoría diferentes marcas.

\*Es la combinación de 2 zacates: Costa Rica 90% y Parque 10%.

\*\*Es combinación de olote + tuza.

Puede observarse el uso de diversas materias primas en la composición de los suplementos. Estos varían de una ganadería a otra. En general están formados por un conjunto de granos y materias primas de origen vegetal, mientras que los productos de origen animal son utilizados en menor cantidad. La principal fuente de proteína es la soya, aunque también se utiliza harina de maní, de coco y otras en menor proporción.

El maíz amarillo es la principal fuente de energía pero también se usa la melaza, sorgo grasas y subproductos de maíz, trigo y arroz. El carbonato de calcio constituye la fuente de calcio más comúnmente utilizada, aunque también se usa fosfato dicálcico. Se usa además una variedad de aditivos dentro de los cuales es notable que casi no se use premezclas de vitaminas separados con los minerales. Otros aditivos que son poco usados son los buffer y las levaduras.

En cuanto a los forrajes, el ensilado es el más usado, aunque también se ofrece henos y diferentes tipos de pastos. Las cantidades ofrecidas de forrajes húmedos varían de 23.83 a 48.0kg por día; y el consumo total de ración total mezclada (suplemento más forraje) va desde 34.08 a 60.82kg.

Las cantidades de suplemento ofrecidas varían de 6.82 a 12.9kg por día. Con respecto al consumo de suplemento, (Wattiaux 2003a) propone un consumo no mayor de 12-14kg por vaca/día; se observa que las lecherías del estudio se mantienen el rango deseable en cuanto al consumo, pero cabe aclarar que esta sugerencia es para producciones de leche arriba de 45 litros/día, y en las lecherías estudiadas se tiene un promedio de 20-30 litros/día, por lo que es muy probable que exista una sobre oferta de nutrientes provenientes del suplemento, los cuales son más costosos que los que se podrían obtener de buenos forrajes. Es decir que el consumo

de suplemento puede considerarse alto en la mayoría de los casos aún en condiciones de ganadería estabulada. Esto se evidencia mas adelante en el balance de nutrientes.

En el cuadro 11 se muestra la composición de las dietas en la época lluviosa, en esta hay una amplia gama de ingredientes que conforman el suplemento. La soya sigue siendo la principal fuente de proteína cruda, ha sido complementada con harina de maní, coco y subproductos como pulimento de arroz, gluten y germen de maíz y grano de destilería Las fuentes energéticas se constituyen principalmente de maíz y sus subproductos, trigo, melaza y grasa sobrepasante.

En cuanto al consumo de forrajes se nota un aumento en el consumo de zacate (más lecherías lo ofrecen), con respecto a ensilado probablemente por la mayor disponibilidad y menor costo y el consumo de heno fue disminuido.

El consumo en general de la ración total mezclada aumenta pero debido a un mayor empleo de forrajes ya que el uso de suplemento se mantiene en igual que en época seca.

**Cuadro 11. Composición de las Dietas de las Fincas en Estudio en kg/día en la Época Lluviosa.**

<sup>1</sup> Se incluye esta categoría diferentes marcas.

## 4.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO DE ALIMENTOS.

Alimento/Finca	Candelaria	Texistepeque	Opico	Atiquizaya	Cangrejera	Izalco	Comalapa	Quezaltepeque
Maíz Amarillo	1.02	1.92	1.53	1.00	2.56	4.16	1.95	
H de soya	0.64	1.78	2.56	1.00	2.79		0.88	4.07
Melaza	1.91	1.07	2.56	1.00	1.49	1.35	1.27	1.78
Afrech de trigo	1.59	0.89	1.53	1.00	1.86	1.52	1.27	2.84
H de maní	1.91			1.50			0.78	
Sorgo				0.50				
H de coco	1.91			1.00			0.98	
H. de pescado				0.24				
Pulimento				1.98			0.88	
Gluten maíz	0.76			1.23			0.49	
Sémola maíz						3.75		3.46
Germen trigo					1.40			
Gr. Destilería	1.91			0.50	1.40		0.88	
Galleta		0.89						
Grasa sobre <sup>1</sup>	0.51	0.09	0.10	0.45	0.37		0.20	0.25
Grasa						0.01		
Aceite				0.15				
Sal común	0.13	0.06	0.15	0.06	0.12	0.06	0.05	0.067
Carbonato calcio	0.13	0.06	0.15	0.10	0.12	0.20	0.10	0.23
Fos. di Calcico						0.09		
Premezcla vit						0.02		0.16
Sal mineral <sup>1</sup>	0.19		0.15		0.16*	0.02	0.05	
Bicarb. Sodio.	0.13	0.06	0.15	0.16	0.09	0.18		
Urea			0.15					
Levadura		0.001	0.01					
Inhib toxinas <sup>1</sup>		0.01	0.03		0.09			0.06
Buffer plus					0.05			0.16
<b>Suplemento</b>	<b>12.73</b>	<b>6.82</b>	<b>9.10</b>	<b>11.87</b>	<b>12.50</b>	<b>11.36</b>	<b>9.77</b>	<b>12.73</b>
Ensilado		29.55		25.00	22.72	37.27	27.27	20.45
Heno			2.00	2.00			2.27	0.90
Zacate	30.00	24.10	30.0	5.89	8.64	9.09		
Pulpa naranja			9.09					
<b>Forraje</b>	<b>30.00</b>	<b>53.65</b>	<b>41.09</b>	<b>32.89</b>	<b>31.36</b>	<b>46.36</b>	<b>29.54</b>	<b>21.35</b>
<b>RTM</b>	<b>42.73</b>	<b>60.47</b>	<b>50.19</b>	<b>44.76</b>	<b>43.86</b>	<b>57.72</b>	<b>39.31</b>	<b>34.08</b>

En el cuadro 12 se presentan los resultados obtenidos del análisis bromatológico de los alimentos concentrados para la época seca de las distintas fincas lecheras en estudio. La composición química de los suplementos es tan variable como su composición de ingredientes. Es de notar que los contenidos proteicos varían mucho, desde 14.75% hasta el 31.51%, aunque este contenido no refleja el consumo real de proteína (que depende del consumo de suplemento y forraje), muestra una variabilidad en los criterios de manejo nutricional. Se observa además que las dietas con mayor proteína son las que tienen menor contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN, carbohidratos).

El nivel de proteína en el suplemento debe depender del aporte de esta por los forrajes (Wattiaux, 2003a), es de hacer notar que los contenidos encontrados son bastante altos para

algunas lecherías, lo que supone un pobre aporte proteico por parte de los forrajes (ver también cuadro 13).

**Cuadro 12. Análisis Químico de Suplementos en Época Seca.**

Ubicación	Análisis					
	MS	PC	EE	Ceniza	FC	ELN
Candelaria	84.00	22.57	2.08	8.5	8.21	58.64
Texistepeque	89.49	14.75	1.85	9.19	7.15	67.06
Opico	84.00	31.51	1.08	12.39	4.67	50.35
Atiquizaya	87.57	27.71	7.92	7.74	7.82	48.81
Cangrejera	86.52	15.31	2.31	8.43	4.36	69.59
Izalco	86.24	25.05	5.01	8.61	5.66	55.67
Comalapa	87.00	24.08	4.99	6.72	7.0	57.21
Quezaltepeque	84.00	27.83	2.35	5.76	9.57	54.49

Simbología: MS=Materia Seca; PC=Proteína Cruda; EE= Extracto Etéreo; FC= Fibra Cruda; ELN= Extracto Libre de Nitrógeno

En algunos casos, el suplemento no existe como tal en la finca pues se ofrece como ración total mezclada, en tales situaciones se obtuvo y mezcló las materias primas en las proporciones ofrecidas.

Se encontró un rango de contenido de materia seca del 84-89%, Tocci, 2003 especifica que los concentrados tienen bajo volumen por unidad de peso (alta gravedad específica), los resultados obtenidos confirman esta afirmación. Con relación al contenido de fibra y aporte energético, Wattiaux, 2003a, afirma que los suplementos son alimentos que son bajos en fibra y altos en energía. En este estudio se encontró un nivel de hasta el 9.57% de fibra, contenidos de extracto etéreo de hasta el 7.92% y extracto libre de nitrógeno de hasta 69.59%.

**Cuadro 13 Análisis Químico de Forrajes Época Seca.**

Ubicación.	Alimento	Análisis						
		MS	PC	EE	Ceniza	FND	FAD	Lignina
Candelaria	Ensilado	20.44	4.15	1.56	7.98	65.09	55.67	11.54
	Heno	92.00	2.18	0.46	6.23	71.06	57.65	12.66
Texistepeque	Zacate CR	22.96	12.21	1.66	13.44	69.03	52.12	11.58
	Zacate Prq	25.97	7.92	1.19	14.11	73.77	52.04	10.99
Opico	Zacate	22.55	7.41	1.83	14.79	66.61	57.30	9.81
Atiquizaya	Ensilado	18.57	6.28	1.18	6.82	71.66	51.51	9.37
	Zacate	12.58	4.27	1.29	10.27	69.05	59.96	8.02
	Olot+tuz	95.00	1.63	0.79	3.42	78.10	50.29	16.20
Cangrejera	Heno	90.00	1.46	0.93	10.10	73.42	56.99	13.12
	Ensilado	18.93	4.28	1.43	9.64	57.18	47.83	8.80
Izalco	Ensilado	28.45	8.74	1.32	9.82	67.87	57.16	7.80
Comalapa	Zacate	28.96	4.18	1.23	7.99	68.75	51.54	8.39
	Ensilado	24.26	6.80	1.5	9.28	68.89	58.59	10.25
Quezaltepeque	Heno	92.00	5.10	0.90	6.89	76.46	55.52	11.64
	Ensilado	29.59	8.29	1.75	7.59	74.11	56.40	11.81

Simbología: MS= Materia Seca; PC=Proteína Cruda; FND= Fibra Neutro Detergente; FAD=Fibra Ácido Detergente.

Se encontró un rango de contenido de FND, FAD y lignina en los ensilados ofrecidos en la época seca de 57-74%, 47-58% y 7-11% respectivamente en henos y zacates se encontraron

valores aun mayores. Según Arias y col, 2002, los valores de FND en los trópicos pueden sobrepasar el 70% debido probablemente al ciclo evolutivo de las plantas, grado de madurez y lignificación, lo cual confirma el estado de los ensilados en las lecherías, siendo el valor aceptable hasta el 65%. Los contenidos de FND, FAD y lignina en los forrajes son relativamente altos. Aunque no se estudió los factores que afectan la calidad del forraje, es presumible que la madurez al momento del corte es uno de los principales; pues se notó que en la mayoría de los casos no se da importancia a este aspecto y se cosecha forrajes muy maduros.

Existe una relación de contenido de FND: Energía, de forma inversa: a mayor cantidad de fibra menos energía proporcionará el forraje (Tocci, 2003; Gallardo, 2003; Wattiaux, 2003a). El ensilado de mejor calidad de fibras y aporte energético fue el de la hacienda situada en Izalco, en la cual los valores fueron de 67.87% de FND y 57.16% de FAD lo que representa un estimado de 2.10Mcal ED/kg. Mientras que el ensilado de la lechería en Quezaltepeque posee el 74.11% de FND y 56.4% de FAD y su aporte de energía es de 1.91Mcal ED/kg.

La FND, FAD y lignina además de afectar el contenido energético del forraje afecta su digestibilidad y la capacidad de consumo por parte del animal (Arias y col, 2002). En los casos que el forraje tiene mala calidad, el uso de suplemento se hace más necesario para alcanzar lo requerimientos de las vacas lecheras, principalmente las de alta producción.

Por el contenido de lignina, Gallardo, 2003 sugiere un uso restringido de rastrojos debido al alto nivel que tienen, ya que es indigestible y perjudica la digestibilidad. Los contenidos de lignina en el rastrojo analizado fue más del 16%.

Valores superiores al 5% se traducen en un forraje de mediana a baja calidad (Arias y col, 2002). En esta investigación se encontró que el ensilado menos lignificado, aunque siempre arriba del valor aceptado, fue el de la hacienda en Izalco, cuyo valor es del 7.8%, lo que también influyó en que su contenido energético fuera mayor que el de los demás ensilados.

Los pastos analizados presentan un comportamiento similar a los ensilados en sus contenidos de fibras (66-73% FND, 51-59% FAD y 8-11% lignina) que, al igual que estos, los excesos de fibra provocan una disminución en su digestibilidad y aporte energético.

Respecto a los henos, su mayor importancia radica en el aporte de fibra larga (efectiva), la cual ayuda a la digestión y a la rumia y al mejoramiento del desempeño del animal, (Gallardo, 1999), pero un exceso de esta fibra provoca llenado ruminal que también es perjudicial para las vacas (Gallardo, 2003). Los valores encontrados fueron 71-76% FND, 55-56% FAD y 11-13%

lignina, lo cual también sugiere deficiencias en el proceso o la variedad henificada en cuanto a su calidad.

**Cuadro 14. Análisis Químico de Suplementos en Época Lluviosa.**

Ubicación.	Análisis					
	MS	PC	EE	Ceniza	FC	ELN
Candelaria	87.58	27.03	7.35	8.60	11.68	45.34
Texistepeque	86.92	21.0	2.89	7.87	3.91	64.33
Opico	84.00	21.57	1.51	10.82	5.26	60.84
Atiquizaya	89.54	26.03	8.36	7.39	9.51	48.71
Cangrejera	89.07	23.77	6.29	8.78	5.58	55.58
Izalco	88.11	20.46	4.55	11.37	5.02	58.60
Comalapa	88.27	18.94	6.57	6.99	10.92	56.58
Quezaltepeque	90.00	25.59	2.85	10.00	4.22	57.34

Simbología: MS=Materia Seca; PC=Proteína Cruda; EE= Extracto Etéreo; FC= Fibra Cruda; ELN= Extracto Libre de Nitrógeno

El cuadro 14 muestra los resultados de los análisis químicos de los alimentos concentrados (suplemento) para la época lluviosa. Ambas épocas fueron comparadas para conocer si existía alguna diferencia notoria en cuanto al aporte nutricional del suplemento, se encontró que la época no ejerce ningún efecto sobre este pero el mayor uso de ensilado en la época seca y más zacate en época lluviosa, supone una variación importante en la oferta de nutrientes entre las dos épocas ver cuadro 19 y 20.

En el siguiente cuadro, se presenta los resultados de los análisis químicos para los forrajes ofrecidos a las vacas en el período de lluvia, en las diferentes haciendas:

**Cuadro 15 Análisis Químico de Forrajes Época Lluviosa.**

Ubicación.	Alimento	Análisis						
		MS	PC	EE	Ceniza	FND	FAD	Lignina
Candelaria	Zacate	25.24	7.51	1.26	12.43	70.89	59.84	11.21
Texistepeque	Zacate	16.35	11.94	2.59	11.13	69.48	50.43	9.68
	Ensilado	13.69	8.93	2.43	6.35	81.46	57.30	13.12
Opico	Zacate	24.00	7.92	2.00	13.68	74.13	55.55	8.41
	Heno hum	59.31	8.80	2.42	9.63	77.89	47.10	6.76
Atiquizaya	Zacate	18.54	8.31	1.29	13.65	75.10	56.99	11.32
	Ensilado	21.80	6.60	1.90	7.72	71.71	51.29	9.70
	Heno	90.00	6.66	2.00	8.78	77.25	55.00	10.98
	Ración tot	36.82	19.70	7.3	9.23	61.08	41.90	9.36
Cangrejera	Ración tot	36.00	15.00	2.13	9.49	66.77	41.41	5.47
	Ensilado	18.23	8.00	1.81	8.23	73.83	59.18	12.98
	Hen+zacat	34.37	8.49	1.39	10.51	79.84	52.84	8.99
Izalco	Ensilado	28.00	6.20	2.20	9.17	70.26	59.67	11.14
	Ración tot	32.93	17.32	3.96	8.74	66.13	51.62	10.65
Comalapa	Ensilado	21.82	7.32	3.00	7.89	70.27	51.63	9.83
	Heno	92.00	3.00	1.13	8.44	73.54	50.53	7.72
Quezaltepeque	Ensilado	29.93	8.42	1.21	8.86	75.08	59.13	11.56
	Heno	91.00	9.91	1.20	10.02	75.16	55.28	10.68

Simbología: MS= Materia Seca; PC=Proteína Cruda; FND= Fibra Neutro Detergente; FAD=Fibra Ácido Detergente.

Para la época lluviosa se encontró un rango de niveles de FND, FAD y lignina en los ensilados ofrecidos de 70-81%, 51-59% y 9-13% y en zacates fue de 69-79%, 50-59% y 8-11% respectivamente. Se nota un aumento entre los rangos encontrados, pudo deberse a la época, edad y altura de corte, especie y variedad utilizada tanto en los ensilados como en los pastos, en este último también cuenta el ciclo evolutivo de la planta (Arias y col, 2002 y Gregoret y col, 2003). Probablemente los ensilados ofrecidos en la época lluviosa se producen en la época seca y viceversa.

En los henos, la pérdida de hojas durante la conservación hace que sean de baja calidad, lo que aumenta el contenido de fibras FND, FAD y lignina (Gallardo, 1999); los valores encontrados están entre los siguientes rangos: 73-77% FND, 47-55% FAD y 6-10% lignina, valores con pocas variaciones comparados a los de la época seca.

Con relación al contenido de materia seca, los rangos permanecieron similares a la época seca, la proteína mejoró ligeramente en algunos ensilados en la época lluviosa (hasta 8.93% contra 8.74% en época seca), al igual que los henos (hasta 9.91% en época lluviosa contra 5.1% en época seca); mientras que los pastos permanecieron similares. En el contenido de grasa se aprecia un aumento considerable para los tres tipos de forrajes en época lluviosa (hasta 3% para ensilados, 2.4% en henos y 2.5% en pastos) en comparación con lo observado en el período seco (hasta 1.7% en ensilados, 0.9% en henos y 1.8% en pastos).

#### **4.3 EVALUACIÓN DE LA DIETA.**

El consumo real de materia seca encontrado va desde 14.2 hasta 23.9kg en la época seca y de 13.9 a 24.3kg en la época lluviosa (cuadro 16). Puede notarse un rango de consumo más amplio para el periodo de lluvia, lo cual puede deberse a las distintas condiciones ambientales (humedad ambiental, humedad del alimento, acceso a la alimentación) a que están expuestas las vacas en este periodo. Vérité y Journete, 1970 (citados por Sánchez y Soto, 1996) encontraron que si los rumiantes consumen dietas con más del 82% de humedad, el consumo de materia seca se deprime en 337gr por cada unidad porcentual en el contenido de humedad por encima de dicho valor crítico. El uso de forrajes verde mas húmedos es más común en la época lluviosa.

**Cuadro 16. Consumo de Materia Seca.**

Ubicación.	Época	Consumo % PV	Consumo estimado MS kg*	Consumo real MS kg**	% Forraje MS	% Suplemento MS	Relación forraje/ suplemento
Candelaria	Seca	4.04	19.90	23.9	52.65	47.35	1:0.90
	Lluviosa	3.02	19.70	17.9	37.20	62.80	1:1.69
Texistepeque	Seca	2.64	17.90	15.6	61.98	38.02	1:0.61
	Lluviosa	2.36	16.40	13.9	57.32	42.68	1:0.74
Opico	Seca	3.16	17.10	17.3	52.46	47.54	1:0.91
	Lluviosa	3.23	16.60	18.4	57.74	42.26	1:0.73
Atiquizaya	Seca	2.72	19.20	18.5	37.42	62.58	1:1.67
	Lluviosa	2.79	18.80	19.0	44.07	55.93	1:1.27
Cangrejera	Seca	2.60	19.20	17.7	38.19	61.81	1:1.62
	Lluviosa	2.50	18.50	17.0	35.37	64.63	1:1.83
Izalco	Seca	3.65	22.00	23.2	54.28	45.72	1:0.84
	Lluviosa	3.82	21.50	24.3	58.90	41.10	1:0.70
Comalapa	Seca	2.81	15.80	14.2	43.44	56.56	1:1.30
	Lluviosa	3.29	15.80	16.6	48.18	51.82	1:1.08
Quezaltepeque	Seca	3.28	19.50	19.7	42.97	57.03	1:1.33
	Lluviosa	2.93	19.00	17.6	36.44	63.56	1:1.74
PROM	Seca	<b>3.11</b>	<b>18.83</b>	<b>18.76</b>	<b>47.92</b>	<b>52.08</b>	<b>1:1.15</b>
	Lluviosa	<b>2.99</b>	<b>18.29</b>	<b>18.09</b>	<b>46.90</b>	<b>53.10</b>	<b>1:1.21</b>

Simbología: PV= Peso Vivo; MS= Materia Seca.

\* Según NRC 2000. Basado en características del animal, producción y ambiente.

\*\* medido en finca.

El consumo estimado, puede ser calculado a través de varias herramientas. Linn, 2001, menciona que para 1989 el NRC hacía estimaciones de consumo de materia seca dividiendo las necesidades energéticas del animal por la densidad energética asumida de la dieta suministrada. Para el año 2001, el mismo organismo propone una ecuación de predicción de consumo de materia seca para vacas lactantes basándose en los resultados de un experimento, en donde se incluyen nuevos elementos tales como: la leche corregida al 4% de grasa, peso vivo del animal en kg, la inversa del logaritmo natural (e) y la semana de lactación (ver anexo 19). Es de hacer notar la relevancia que tiene la estimación del consumo de materia seca; ya que esta es un indicador que constituye una de las fuentes más importantes de variación del valor nutritivo (concentración de nutrientes) (Cozzolino y col, 1994).

Es importante resaltar que los consumos de materia seca son bajos, la relación forraje: suplemento en materia seca varía desde 62:38% hasta 35:65% pero hay una tendencia a usar más concentrado que forraje en la materia seca. Cuando este forma más de 60-70% de la ración puede provocar problemas de salud y reproducción, llevando a un mayor costo por leche producida (Tocci, 2003; Wattiaux, 2003a). Caso contrario, la relación 61.98:38.02% se traduce en una mayor utilización de forraje para proporcionar la materia seca en la dieta; lo cual reduce el costo de la alimentación por vaca/día. Aylagas y col, 2001 recomiendan una relación de forraje a concentrado de 70:30 en materia seca para un buen desempeño de las vacas en alta

producción. Sin embargo para ofrecer esta proporción en altas productoras, la calidad de los forrajes debe ser muy buena, lo cual no es suficiente en nuestro medio, las altas proporciones de concentrado encontradas se relacionan con la necesidad de elevar la densidad nutricional de la dieta para compensar la mala calidad forrajera.

En el siguiente cuadro se muestra el análisis estadístico sobre el consumo de materia seca y su variación para las épocas estudiadas:

**Cuadro 17. Análisis Estadístico del Consumo de Materia Seca.**

Ubicación	Consumo de Materia Seca kg.		
	Época Seca	Época Lluviosa	Promedio
Candelaria	23.9	17.9	20.9 <sup>ab</sup>
Texistepeque	15.6	13.9	14.75 <sup>c</sup>
Opico	17.3	18.4	17.85 <sup>bc</sup>
Atiquizaya	18.5	19.0	18.75 <sup>bc</sup>
Cangrejera	17.7	17.0	17.35 <sup>bc</sup>
Izalco	23.2	24.3	23.75 <sup>a</sup>
Comalapa	14.2	16.6	15.4 <sup>c</sup>
Quezaltepeque	19.7	17.6	18.65 <sup>bc</sup>
<b>Promedio</b>	<b>18.76</b>	<b>18.09</b>	<b>18.43</b>

<sup>a, b, c</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) entre fincas.

El cuadro 17 presenta los promedios de los consumo de materia seca de las vacas del estudio. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre finca pero no entre épocas, esto es debido a que el manejo del ganado es completamente estabulado y las diferencias entre fincas están más influenciadas por el peso corporal de las vacas, humedad de sus forrajes, nivel de producción.

En el cuadro 18 se presenta el balanceo de proteína cruda para las ocho ganaderías estudiadas, además de los promedios encontrados en cada ganadería y época. Puede notarse un promedio de proteína cruda en la dieta de 16.51% para la época seca y 17.65% para la época lluviosa, ambos promedios se encuentran cerca de los valores recomendados para las vacas en la primera etapa de la lactancia que es del 17 - 18% (Agronegocios, 2004, Harris 2003). Sin embargo, el porcentaje de proteína como tal no es un buen indicador del nivel proteico de la dieta. El mejor lo constituiría los gramos de proteína ofrecidos al animal, y conocer el requerimiento de esta manera puede realizarse el balance de proteína y así conocer si existe exceso o deficiencia de dicho nutriente para la vaca.

En este cuadro también muestra los contenidos de proteína degradable y sobre pasante, el porcentaje del requerimiento que se esta ofreciendo de este nutriente y el porcentaje de

proteína aportada por el suplemento. Es notable que la mayoría de la proteína proviene del alimento concentrado

**Cuadro 18. Balanceo de Proteína Cruda.**

Ubicación.	Época	%PC en dieta Total	PS (% de la PC)	PD (% de la PC)	grs. PC en dieta	grs. PC requerid*	Balance PC grs.	% del Requerimiento	% PC aportada suplemento
Candelaria	Seca	13.80	34.13	65.86	3313	3044	269	108.83	86.35
	Lluviosa	19.40	33.51	66.49	3477	2614	863	132.15	85.59
Texistepeque	Seca	16.20	29.63	70.37	2519	2163	356	116.46	54.98
	Lluviosa	15.10	31.79	68.21	2104	1870	234	112.51	60.46
Opico	Seca	17.30	25.43	74.57	2979	2259	652	131.87	77.61
	Lluviosa	16.10	28.57	71.43	2968	2255	713	131.67	71.53
Atiquizaya	Seca	18.40	27.72	72.28	3401	2453	948	138.64	90.09
	Lluviosa	19.60	36.22	63.78	3713	2410	1303	154.06	77.16
Cangrejera	Seca	16.70	32.93	67.07	2956	2369	587	124.78	95.23
	Lluviosa	19.10	31.94	68.06	3248	2257	991	143.90	80.82
Izalco	Seca	16.80	38.42	61.58	3894	3213	681	121.19	70.54
	Lluviosa	17.70	38.72	61.28	4293	3188	1105	134.66	62.66
Comalapa	Seca	16.30	31.29	68.71	2322	1994	328	116.44	82.69
	Lluviosa	15.30	39.22	60.78	2544	2192	352	116.05	80.46
Quezaltepeque	Seca	16.60	37.35	62.65	3264	2733	531	119.43	80.51
	Lluviosa	18.90	32.85	67.15	3326	2505	821	132.77	83.67
PROM	Seca	<b>16.51</b>	<b>32.11</b>	<b>67.89</b>	<b>3081.00</b>	<b>2528.50</b>	<b>544.00</b>	<b>122.21</b>	<b>79.75</b>
	Lluviosa	<b>17.65</b>	<b>34.10</b>	<b>65.90</b>	<b>3209.13</b>	<b>2411.38</b>	<b>797.75</b>	<b>132.22</b>	<b>75.29</b>

Simbología: PC= Proteína Cruda; PD= Proteína Degradable; PS= Proteína Sobrepasante.

\* Según NRC 2000

Con relación al balance de proteína cruda, todas las lecherías presentaron un exceso desde 269 a 1303grs más del requerimiento de las vacas considerando las dos épocas analizadas; esto, traducido en porcentajes, va desde 8% al 54%. Estos excesos de proteína son costosos y perjudican la fertilidad de las vacas (Jordan y Swanson, 2000, Harris 2003)

Se ha observado que dietas altas en proteína cruda (19.3%) afectan la fertilidad de vacas lecheras, comparado con un porcentaje más bajo de proteína (12.7 %) de la dieta en base seca (Jordán y Swanson, 2000). Los efectos de dietas altas en proteína cruda ejerce influencia sobre la reiniciación de la actividad ovárica, en muchas investigaciones las concentraciones bajas de progesterona plasmática en la lactancia temprana fueron asociadas con dietas altas en proteína (Delucchi, 1998).

El exceso de proteína altera el pH uterino, incrementa la concentración de urea en sangre y altera la composición de los fluidos a nivel del útero (La Manna, 2002). Esto produce una mortalidad embrionaria temprana (alrededor del 7º día de preñez) asociada con concentraciones

iónicas y proteicas diferentes en el ambiente uterino (Gallardo, 2003; Martínez, 2001). Además un exceso de proteína tal que reduzca los niveles de progesterona y bTP1 (proteína tropoblástica bovina) podría ocasionar mortalidad embrionaria en torno al día 17 post-inseminación debido a la pérdida del efecto protector de ambos compuestos frente a la respuesta inmunitaria de la madre; con esto se incrementa el período de días abiertos, los servicios por concepción y como consecuencia, el intervalo entre partos (Martínez, 2001).

A continuación se presenta el cuadro resumen sobre el análisis estadístico del balance de proteína en gramos, para las ocho lecherías en las dos épocas en estudio (las cantidades son exceso de PC con respecto a los requerimientos)

**Cuadro 19. Análisis Estadístico del Balance de Proteína Cruda.**

Ubicación	Balance de proteína (gr.)		
	Época Seca	Época Lluviosa	Promedio
Candelaria	269	863	566 <sup>bc</sup>
Texistepeque	356	234	295 <sup>c</sup>
Opico	652	713	682.5 <sup>bc</sup>
Atiquizaya	948	1303	1125.5 <sup>a</sup>
Cangrejera	587	991	789 <sup>ab</sup>
Izalco	681	1105	893 <sup>ab</sup>
Comalapa	328	352	340 <sup>c</sup>
Quezaltepeque	531	821	676 <sup>bc</sup>
<b>Promedio</b>	<b>544<sup>A</sup></b>	<b>797.75<sup>B</sup></b>	<b>670.87</b>

<sup>A, B</sup> Promedios de la misma hilera con diferente letra indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre épocas.

<sup>a, b, c</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) entre fincas.

Se encontró un valor promedio de balance de proteína 670.87 gr de exceso. Se obtuvieron diferencia significativas ( $P < 0,05$ ) entre fincas siendo la de Atiquizaya e Izalco las propiedades que presentaron más exceso de este nutrimento en la dieta. Con relación al efecto de la época existió una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre épocas.

Se realizó un análisis estadístico al aporte de proteína (en gramos) de los concentrados ofrecidos en cada lechería en las dos épocas, este se muestra en el cuadro 20.

**Cuadro 20. Análisis Estadístico del Aporte de Proteína Cruda del Suplemento.**

Ubicación	Aporte de PC en el Suplemento gr.		
	Época Seca	Época Lluviosa	Promedio
Candelaria	2860.00	2975.96	2917.98 <sup>a</sup>
Texistepeque	1384.95	1272.08	1328.52 <sup>c</sup>
Opico	2312.00	2123.01	2217.51 <sup>b</sup>
Atiquizaya	3063.96	2864.95	2964.46 <sup>a</sup>
Cangrejera	2815.00	2625.03	2720.02 <sup>a</sup>
Izalco	2746.83	2689.99	2718.41 <sup>a</sup>
Comalapa	1920.06	2046.90	1983.48 <sup>b</sup>
Quezaltepeque	2627.85	2782.86	2705.36 <sup>a</sup>

Promedio	2466.33	2422.60	2444.46
----------	---------	---------	---------

<sup>a, b, c</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) entre fincas.

Los gramos de proteína aportados por el alimento concentrado obtenidos en el estudio (Cuadro 20), tienen la media general de 2444.46 gr y muestran diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre algunas fincas. Pero no existe diferencia significativa entre épocas. Lo que podría indicar que la diferencia en el balance de proteína entre épocas se debe al mayor uso de pastos de corte y rastrero en la época lluviosa que aportan mas proteína que los ensilados que se usan en la época seca.

Del total de proteína consumida por la vaca, del 55 al 95% proviene del suplemento.

Pero en la mayoría de los casos es arriba del 85%, con lo cual el aporte de proteína del forraje es bajo. Si se considera que en todos los casos hay exceso de proteína sobre el requerimiento, es evidente que el aporte del alimento suplementario lo cubre casi todo y la proteína del forraje (que normalmente es más económica) no se usa en forma significativa. Esto parece una importante oportunidad para disminuir costos.

En el cuadro 21 se muestra el balanceo para la proteína degradable y sobre pasante en gramos, para las épocas y las ocho ganaderías estudiadas:

**Cuadro 21. Balanceo de Proteína Degradable y Sobre pasante (en gramos).**

Ubicación.	Época	PD Suplida	PD Requerid	PD Balance	PS Suplida	PS Requerid	PS Balance
Candelaria	Seca	2181	2209	-28	1131	835	297
	Lluviosa	2321	1704	617	1156	910	246
Textistepeque	Seca	1777	1299	478	742	864	-122
	Lluviosa	1438	1281	157	666	589	77
Opico	Seca	2227	1536	691	752	723	29
	Lluviosa	2127	1633	541	841	622	219
Atiquizaya	Seca	2400	1831	570	1001	622	379
	Lluviosa	2316	1837	479	1397	573	823
Cangrejera	Seca	1953	1742	211	1004	627	376
	Lluviosa	2178	1686	492	1070	571	499
Izalco	Seca	2398	2159	240	1495	1054	441

	<b>Lluviosa</b>	2635	2177	457	1658	1011	648
<b>Comalapa</b>	<b>Seca</b>	1588	1380	208	734	614	120
	<b>Lluviosa</b>	1547	1595	-47	996	587	399
<b>Quezaltepeque</b>	<b>Seca</b>	2055	1857	198	1209	876	334
	<b>Lluviosa</b>	2234	1660	574	1092	845	247

Simbología: PD= Proteína Degradable; PS= Proteína Sobrepasante.

A excepción de la lechería en Candelaria en la época seca y la de Comalapa en época lluviosa, todas las ganaderías presentaron un exceso en el balance de proteína degradable en ambos períodos; con relación a la proteína sobre pasante, únicamente la lechería en Texistepeque en época seca fue la que mostró un balance negativo. Es de hacer notar la abundancia de proteína sobre pasante que se proporciona y que no está siendo aprovechada, que va desde 77 a 499grs. La sobre oferta de proteína podría estar afectando tanto la economía de los productores como la reproducción de las vacas.

En cuanto a la reproducción, Gallardo (2003) encontró que los embriones en desarrollo de vacas sometidas a dietas altas en proteína degradable en rumen son afectados por este exceso. Además estas vacas tienen un menor desarrollo folicular e intervalo más alto hasta la primera actividad luteal (25,2 vs. 38,6 días), menos tejido luteal acumulado y menos progesterona plasmática, comparadas con las vacas que recibieron menor cantidad de proteína degradable en el rumen.

Con frecuencia, la proteína ofrecida en el suplemento es de alta degradabilidad ruminal. La digestión de las proteínas en el rumen libera amoníaco que en parte es utilizado por las bacterias ruminales para su crecimiento y multiplicación, y un remanente variable escapa del rumen y es arrastrado por el torrente sanguíneo, que es convertido en urea por el hígado. Esta fracción que puede escapar del rumen depende de la ingesta de proteína soluble y la proteína degradable en el rumen y de la disponibilidad de energía para la fermentación y crecimiento bacteriano ruminal (Acosta, 2002).

Este exceso de amoníaco que ocurre a nivel ruminal endógeno origina un exceso de urea circulante en la sangre, en orina y en leche, lo que parece influenciar negativamente la función reproductiva (Chase, 1997). Tanto la proteína degradable como la proteína no degradable en exceso alteran el pH uterino en similar medida, hay que suponer que el mediador común de ambos es la urea ya que la urea en sangre varía inversamente con el pH uterino (Martínez, 2001).

El balance de la proteína metabolizable se presenta en el anexo 18.

En el cuadro 22 se presenta los resultados obtenidos del contenido total de fibra en la dieta total de las vacas:

**Cuadro 22. Contenido de Fibra en la dieta.**

Hacienda	Época	%NDF	%ADF	%NFC
Candelaria	Seca	41.9	32.7	34.4
	Lluviosa	38.6	28.4	28.7
Texistepeque	Seca	48.5	34.7	24.1
	Lluviosa	48.8	33.3	26.3
Opico	Seca	38.6	30.7	29.3
	Lluviosa	45.8	32.2	24.1
Atiquizaya	Seca	36.8	24.2	32.7
	Lluviosa	41.0	27.8	24.3
Cangrejera	Seca	32.4	23.3	39.4
	Lluviosa	37.9	24.5	30.2
Izalco	Seca	45.5	33.1	26.1
	Lluviosa	48.3	36.3	23.7
Comalapa	Seca	37.8	28.9	36.6
	Lluviosa	44.0	29.4	31.0
Quezaltepeque	Seca	40.6	27.7	32.2
	Lluviosa	38.4	25.8	29.9

Simbología: NDF= Fibra Neutro Detergente en la dieta; NDFE= Fibra Neutro Detergente aportada por el forraje; ADF= Fibra Ácido Detergente en la dieta; NFC= Carbohidratos no Estructurales en la dieta.

Según los resultados obtenidos, el contenido de fibra neutro detergente en la dieta es elevado y se sitúa en el rango desde 32.4 a 48.3% mientras que lo recomendado por el NRC 1989 del 28-30% para vacas con estas características. Este resultado se relaciona con el contenido de FND en los forrajes y con la relación forraje concentrado. Un mejor manejo de forrajes evita una baja digestibilidad y hace que su aporte energético sea significativo (Gallardo, 2003). Mejores forrajes permitirían disminución de la proporción de concentrado sin disminuir el aporte energético y a un menor costo

Trabajos desarrollados en la Universidad de Wisconsin sugieren que la capacidad de ingestión de los animales se estima como el 1.2% de su peso vivo como mínimo en forma de fibra neutro detergente (Merttens, 1987 citado por Casamiglia, 1997). Por encima de este nivel la FND puede limitar la ingestión de alimentos, en ningún caso debe superar el 1.4-1.5% del peso vivo (Casamiglia, 1997 y Gregoret y col, 2003). Se ha observado que dietas con excesos de fibra reduce la capacidad de ingestión de alimentos, la digestibilidad de la ración, la síntesis de proteína microbiana ruminal y el aporte energético (Casamiglia 1997, y Gallardo, 2003).

El cuadro 23 muestra el análisis estadístico realizado a los niveles de fibra en la dieta de las ocho ganaderías en las dos épocas:

**Cuadro 23. Análisis Estadístico del Contenido de FND en la Dieta.**

Ubicación	Contenido de Fibra Neutro Detergente en la Dieta %		
	Época Secxa	Época Lluviosa	Promedio
Candelaria	41.9	38.6	40.25 <sup>bc</sup>
Texistepeque	48.5	48.8	48.65 <sup>a</sup>
Opico	38.6	45.8	42.2 <sup>abc</sup>
Atiquizaya	36.8	41.0	38.9 <sup>c</sup>
Cangrejera	32.4	37.9	35.15 <sup>c</sup>
Izalco	45.5	48.3	46.9 <sup>ab</sup>
Comalapa	37.8	44.0	40.9 <sup>bc</sup>
Quezaltepeque	40.6	38.4	39.5 <sup>c</sup>
Promedio	40.26	42.85	41.56

<sup>a, b, c</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) entre fincas.

Se encontró un valor medio de 41.56% que es elevado comparado con el 28% que recomienda el NRC 1989, el cuadro nos muestra diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre finca pero ninguna alcanzando el rango recomendable. En cuanto a la época no existe diferencia significativa pues en ambos casos los contenidos son muy cercanos. Debe aclararse que las ganaderías con menor contenido de FND no son las que tienen los mejores forrajes sino las que usan mayores cantidades de suplemento.

En el cuadro 24 se presenta el balance de energía de las raciones de las lecherías estudiadas, las megacalorías de energía neta de lactancia (NEL) en la dieta, los requerimientos y el aporte energético por parte del suplemento:

**Cuadro 24. Balanceo de la Energía**

Ubicación.	Época	EM/Mcal/kg en la dieta	Mcal/NEL/día En la dieta	Mcal/NEL requerida	Balance Mcal/NEL	% del requerimiento	% Mcal/NEL en suplemento
Candelaria	Seca	55.1	34.8	28.5	6.3	122.10	62.24
	Lluviosa	44.2	28.2	27.9	0.3	101.07	80.85
Texistepeque	Seca	32.4	19.9	24.2	-4.3	82.23	61.31
	Lluviosa	32.1	20.1	21.1	-1.0	95.26	64.67
Opico	Seca	38.4	24.0	23.5	0.5	102.12	64.16
	Lluviosa	40.7	25.4	22.4	3.0	113.39	59.05
Atiquizaya	Seca	47.4	30.5	25.6	4.9	119.14	80.19
	Lluviosa	48.0	30.9	24.7	6.2	125.10	74.43
Cangrejera	Seca	44.5	28.3	25.6	2.8	110.54	80.70
	Lluviosa	43.8	28.1	24.0	4.1	117.08	81.91
Izalco	Seca	54.7	34.5	32.0	2.6	107.81	63.18
	Lluviosa	55.4	34.5	30.9	3.6	111.65	57.10
Comalapa	Seca	35.0	22.1	21.5	0.6	102.79	75.57
	Lluviosa	40.2	25.4	21.5	3.9	118.13	69.68
Quezaltepeque	Seca	47.2	29.8	27.6	2.2	107.97	75.84

	<b>Lluviosa</b>	42.9	27.2	26.5	0.7	102.64	80.50
--	-----------------	------	------	------	-----	--------	-------

Simbología: EM= Energía Metabolizable; ENL= Energía Neta de Lactancia.

El balance energético fue estimado por las ecuaciones para la valoración de la energía digestible a nivel de mantenimiento del NRC 2001 las cuales están en función de la FND y lignina (Linn 2001) (ver anexo 19).

En la mayoría de los casos se observa un balance de energía positivo excepto en la lechería de Texistepeque, en la cual, en las dos épocas se muestra un déficit de energía de 4.3Mcal en la estación seca y 1.0Mcal en la lluviosa. En las restantes lecherías puede notarse un exceso hasta de 6.2Mcal de energía, que es hasta un 25% más del requerimiento de las vacas lecheras de alta producción se encuentran e balance energético negativo en las primeras semanas de lactancia (Butler y Smith, 1989), sin embargo nosotros no encontramos siempre esta situación. Esto se refleja en la condición corporal que no presenta perdidas importantes en la primera parte de las lactancias como se muestra en el anexo 20.

Tomando en cuenta el número de animales y que el exceso proporcionado es diario, es de suponer un gasto elevado, y que en lugar de producir un beneficio, afecta la salud de los animales, puesto que al haber exceso de energía los animales ganan peso, su condición corporal aumenta y con esto también el riesgo de problemas al parto como retención de placenta, síndrome de la vaca gorda, cetosis, desplazamiento de abomaso, etc. (Márquez, 2003); además el exceso de energía hace que proliferen las bacterias del rumen y se produzca acidosis, con lo que hay mayor descomposición de proteína y síntesis de amoníaco que provoca intoxicación, muerte de bacterias y laminitis en la vaca (Hazard, 2002).

Es importante resaltar que como el caso de la proteína, la energía proviene principalmente del suplemento (60 -80%) lo cual indica una mala utilización de los recursos forrajeros y costos elevados.

El cuadro 25 presenta los promedios de los balances de Energía Neta de Lactación (NEL) obtenidos en el estudio, los balances de NEL son positivos en la mayoría de finca excepto Texistepeque (P< 0,05) En relación a la época no se encontró diferencia significativa.

#### Cuadro 25. Análisis Estadístico del Balance de Energía

Ubicación	Balance de Energía (Mcal/ENL)		
	Época Seca	Época Lluviosa	Promedio
Candelaria	6.3	0.3	3.3 <sup>a</sup>
Texistepeque	-4.3	-1.0	-2.65 <sup>b</sup>
Opico	0.5	3.0	1.75 <sup>ab</sup>

Atiquizaya	4.9	6.2	5.55 <sup>a</sup>
Cangrejera	2.8	4.1	3.45 <sup>a</sup>
Izalco	2.6	3.6	3.1 <sup>a</sup>
Comalapa	0.6	3.9	2.25 <sup>ab</sup>
Quezaltepeque	2.2	0.7	1.45 <sup>ab</sup>
Promedio	1.95	2.6	2.275

<sup>a, b, c</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente (P<0,05) entre fincas.

### 4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA DIETA.

La evaluación económica de la dieta se realizó con los datos de costos que fueron proporcionados por los productores. En el cuadro 26 se presentan datos de costos por: kg. de forraje tal como ofrecido, kg. de suplemento, kg. de ración total mezclada (RTM), costo por vaca/día y finalmente el costo por kg. de leche producida. De esta manera se pudo establecer una comparación de los costos de alimentación entre estaciones dentro de la misma lechería y entre lecherías.

Cuadro 26. Costos de la dieta (Dólares)

Ubicación.	Época	Costo kg forraje as feed	Costo kg suplement	Costo kg RTM	Consumo RTM kg	Costo vaca/día	Costo kg leche producida	% de costo de la ración del suplement
Candelaria	Seca	0.03	0.30	0.09	60.82	5.34	0.20	72.0
	Lluviosa	0.01	0.27	0.09	42.73	3.85	0.15	91.0
Texistepeque	Seca	0.01	0.28	0.05	48.37	2.37	0.12	81.0
	Lluviosa	0.02	0.29	0.05	60.47	2.88	0.18	68.0
Opico	Seca	0.01	0.26	0.07	45.91	3.00	0.16	84.0
	Lluviosa	0.02	0.27	0.08	41.10	3.16	0.18	79.0
Atiquizaya	Seca	0.04	0.28	0.10	43.95	4.56	0.22	79.0
	Lluviosa	0.03	0.26	0.09	44.76	4.09	0.21	75.0
Cangrejera	Seca	0.04	0.25	0.11	41.11	4.71	0.22	67.0
	Lluviosa	0.04	0.26	0.10	43.86	4.58	0.24	71.0
Izalco	Seca	0.03	0.27	0.08	58.41	4.42	0.15	67.0
	Lluviosa	0.03	0.29	0.08	57.72	4.55	0.16	74.0
Comalapa	Seca	0.02	0.28	0.09	34.08	3.10	0.17	82.0
	Lluviosa	0.03	0.27	0.09	39.31	3.53	0.20	74.0
Quezaltepeque	Seca	0.02	0.28	0.12	36.66	4.07	0.16	88.0
	Lluviosa	0.02	0.27	0.11	34.08	3.89	0.16	88.0

Simbología: RTM= Ración Total Mezclada

Los costos de los forrajes entre estaciones presentan una variación mínima, entre \$0.01 y \$0.05, y entre lecherías la variación también es baja, aunque tomando en cuenta el volumen necesario para alimentar a todos los animales, estas pequeñas diferencias de precio son muy significativas. Los costos de los forrajes son relativamente bajos según la información obtenida, los más baratos son los zacates (+/- \$0.01/kg verde) y los ensilados son un poco más costosos (+/- \$0.03/kg verde). Si se considera el costo de la materia seca, la diferencia entre zacate y

ensilado es menor. No se encontró una variación considerable entre los costos de forraje entre épocas ni entre ganaderías.

Entre suplementos, los costos por kg. oscilan entre \$0.25 y \$0.30, es de hacer notar la diferencia que existe entre los costos de los forrajes y el de los suplementos, puesto que estos últimos suponen una mezcla de diferentes materias primas con alta concentración de nutrientes necesarios para proveer una fuente de energía y proteína que contribuyen mucho a llenar los requerimientos nutricionales de las vacas, especialmente las de genética mejorada para mantener las altas producciones de leche (Tocci, 2003; Wattiaux, 2003a).

En cuanto al costo por kg de RTM, la lechería ubicada en Texistepeque posee los más bajos (\$0.05 en las dos épocas), y la ubicada en Cangrejera, el costo vaca/día, por alimentación va desde \$2.37 hasta \$5.34. Las dietas más caras se ofrecen en las lecherías de Cangrejera (\$4.64 promedio de las dos épocas) y Candelaria (\$4.60); mientras que la más barata en Texistepeque (\$2.63). Esto esta relacionado con el menor uso de concentrado de esta ultima.

El costo en alimentación por kg. de leche producida tiene un rango amplio de \$0.12 a \$0.24, el precio por litro al productor ronda los \$ 0.40. Las fincas que tienen mejores márgenes tienen una mayor relación de forraje concentrado, es decir, usan una mayor proporción de forraje en la dieta. Con los que tienen mayores costos, suele suceder lo contrario. de Esto muestra importantes diferencias en los márgenes obtenidos en los distintos sistemas de producción en relación con la alimentación y los resultados productivos. Sin embargo, el análisis económico va más allá de estos indicadores (que solo han tomado en cuenta los gastos en alimentación) y debe incluir otros costos para reflejar mejor la rentabilidad. Además hay que considerar también el volumen de leche producida para comparar que sistema genera más utilidades.

**Cuadro 27. Costos de Proteína Cruda (gramos) y Energía (Mcal ENL) en la Dieta.**

Ubicación.	Época	PC en la dieta	Mcal en la dieta	Costo \$ kg PC	Costo \$ Mcal/NEL
Candelaria	Seca	3313	34.8	1.70	0.14
	Lluviosa	3477	28.2	1.11	0.14
Texistepeque	Seca	2519	19.9	0.94	0.12
	Lluviosa	2104	20.1	1.37	0.12
Opico	Seca	2979	24.0	1.03	0.14
	Lluviosa	2968	25.4	1.09	0.14
Atiquizaya	Seca	3401	30.5	1.34	0.14
	Lluviosa	3713	30.9	1.10	0.13
Cangrejera	Seca	2956	28.3	1.59	0.14

	Lluviosa	3248	28.1	1.41	0.12
Izalco	Seca	3894	34.5	1.19	0.12

Ubicación	Epoca	Costo kg MS forraje	Costo kg MS suplemento	Costo kg PC de forraje	Costo kg PC de Suplemento	Costo de Mcal ENL forraje	Costo Mcal ENL suplemento
Candelaria	Seca	0.12	0.36	3.33	1.34	0.14	0.16
	Lluviosa	0.05	0.32	0.66	1.20	0.07	0.15

	Lluviosa	4293	34.5	1.10	0.14
Comalapa	Seca	2322	22.1	1.34	0.14
	Lluviosa	2544	25.4	1.39	0.13
Quezaltepeque	Seca	3264	29.8	1.23	0.14
	Lluviosa	3326	27.2	1.17	0.14

El cuadro 27 contempla los costos por nutrientes ofrecidos (kg. de PC y Mcal de energía). El costo por kg. de PC estuvo dentro del rango de \$0.94 hasta \$1.70. Siendo la mayor fuente de proteína es la soya, por lo que los altos valores registrados se debieron al incremento en el costo de esta materia prima, que alcanzó precios hasta de \$20.0 por quintal, en el período en el que se llevó a cabo el estudio. El costo por energía en Mcal ENL se mantiene relativamente constante (\$0.12-\$0.14).

**Cuadro 28. Costos de Materia Seca, Proteína Cruda y Mega Caloría de Energía Neta de Lactancia en Forrajes y Suplementos en las Ganaderías.**

<b>Texistepeque</b>	<b>Seca</b>	0.05	0.31	0.41	1.38	0.06	0.16
	<b>Lluviosa</b>	0.12	0.33	1.11	1.55	0.13	0.15
<b>Opico</b>	<b>Seca</b>	0.07	0.31	0.99	1.08	0.08	0.16
	<b>Lluviosa</b>	0.08	0.32	1.14	1.10	0.09	0.15
<b>Atiquizaya</b>	<b>Seca</b>	0.14	0.32	2.85	1.18	0.16	0.15
	<b>Lluviosa</b>	0.12	0.29	1.23	1.08	0.14	0.13
<b>Cangrejera</b>	<b>Seca</b>	0.19	0.29	6.43	1.13	0.29	0.14
	<b>Lluviosa</b>	0.22	0.29	2.50	1.24	0.32	0.14
<b>Izalco</b>	<b>Seca</b>	0.10	0.31	1.04	1.18	0.09	0.15
	<b>Lluviosa</b>	0.08	0.33	0.74	1.22	0.09	0.16
<b>Comalapa</b>	<b>Seca</b>	0.09	0.32	1.32	1.33	0.10	0.15
	<b>Lluviosa</b>	0.11	0.31	1.79	1.29	0.12	0.15
<b>Quezaltepeque</b>	<b>Seca</b>	0.11	0.33	1.51	1.36	0.14	0.15
	<b>Lluviosa</b>	0.15	0.30	1.81	1.23	0.20	0.15
<b>Promedios</b>		<b>0.11</b>	<b>0.32</b>	<b>1.80</b>	<b>1.24</b>	<b>0.14</b>	<b>0.15</b>
<b>Cangrejera* ensilado ideal</b>		0.09	0.29	0.95	1.24	0.07	0.15
<b>Cangrejera* Zacate ideal</b>		0.10	0.29	0.60	1.24	0.08	0.15

\* Con el fin de conocer el valor de la materia seca y los nutrientes aportados por el forraje y el suplemento se hizo este cálculo.

El kg de materia seca del forraje es más barato (Prom. \$0.11) que el de concentrado (Prom. \$0.32); los zacates son más baratos que los ensilados y el contenido de humedad por encima de lo normal en estos últimos altera su precio. Los concentrados tienen precios menos variables que los forrajes.

En el cuadro 28 también se muestra los costos del kg de proteína cruda y la Mcal ENL del forraje y del suplemento. Los costos más bajos por kg de PC en el forraje son los de la lechería en Texistepeque y en el suplemento son los de la lechería en Opico. Puede observarse que el costo de la proteína aportada por los diferentes forrajes oscila entre \$0.41 hasta \$6.43, presentando un amplio rango de variación (\$6.02), lo cual se debe a las variaciones entre contenido de materia seca de cada forraje, contenido de proteína y costo de producción. En cuanto al suplemento, los costos del kg de proteína cruda van desde \$1.08 a \$1.55, con un rango de variación menor en comparación a los forrajes, en general, los suplementos son altos en contenido de materia seca y su concentración de nutrientes es elevada, aunque el precio es más alto que el de un forraje; por lo tanto, en estas condiciones donde la calidad de los forrajes es deficiente es más barato proporcionar proteína por medio del suplemento.

Caso contrario, la energía más barata es la aportada por los forrajes, a pesar de su baja digestibilidad debida a su alto contenido de fibras (FND y FAD) y lignina. Cada Mcal de ENL cuesta en promedio \$0.14, aunque el rango va desde \$0.06 hasta \$0.32, debido probablemente a la variación entre cada forraje (especie, contenido de MS, contenido de FND, FAD y lignina,

estado fisiológico, método de conservación, costo del forraje, etc.); mientras que las Mcal de ENL aportadas por los suplementos cuestan \$0.15 y su rango de variación es desde \$0.13 hasta \$0.16.

En general los costos del kg de PC y la Mcal de ENL no presentan variación en cuanto a la época. Sus costos varían independiente de esta, subiendo o bajando según los costos de materias primas y sus composiciones.

Para mostrar el efecto de la composición de los forrajes sobre los nutrimentos que aporta, se calculó cual sería el costo de PC y NEL si la composición del forraje (zacate y ensilado) fuera ideal, es decir la presentada por el NRC 2001. El costo del kg de proteína cruda aportada por los forrajes sería de \$0.60 a \$0.95, mientras que la del suplemento se mantiene en \$1.24. El costo por Mcal de ENL suministrada por los forrajes baja hasta casi la mitad del costo de la Mcal proporcionada por el suplemento (\$0.15 contra \$0.07-0.08). Con esto se puede decir que con unas buenas condiciones de producción, conservación y manejo de forrajes es posible disminuir casi hasta la mitad los costos por kg de PC y Mcal de NEL, aportada por estos con lo que se puede aumentar el margen de ganancia obtenido por la venta de leche y evitar el riesgo de las enfermedades metabólicas derivadas del alto consumo de suplementos.

#### 4.4 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO UREICO EN SANGRE.

La determinación de los niveles de nitrógeno ureico en leche (MUN) es considerada como una nueva herramienta efectiva para determinar el balance proteico de las raciones de ganado lechero (Gómez y col, 2002b). Los niveles de nitrógeno ureico en sangre y leche tienden a ser muy similares (Hof y col, 1990), en esta investigación se utilizó Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN) para evaluar el contenido de proteína en la dieta. En el cuadro 29 se muestra los resultados de los análisis del BUN para las vacas de las lecherías visitadas en las dos épocas.

**Cuadro 29. Concentraciones séricas de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN).**

Ubicación.	Época seca.		Época lluviosa.	
	BUN mg/dl	Desv stan	BUN mg/dl	Desv stan
Candelaria	24.95	3.95	30.62	5.70
Texistepeque	19.85	3.02	14.86	3.82
Opico	19.85	2.97	17.09	3.33
Atiquizaya	19.44	2.88	26.27	6.21
Cangrejera	17.23	4.02	21.19	5.06
Izalco	21.34	2.55	23.95	3.58
Comalapa	11.82	5.30	11.78	3.42
Quezaltepeque	33.71	4.18	22.92	5.10

Se encontró valores desde 11.82mg/dL hasta 33.71mg/dL para la época seca y valores de 11.78mg/dL hasta 30.62mg/dL en época lluviosa. Aunque existen valores dentro del rango recomendado 12-18mg/dL (ver anexo 1), la mayoría presentan excesos en el contenido de BUN. El inadecuado balance de proteína de la dieta puede originar altos o bajos niveles de nitrógeno ureico, lo que puede ocasionar pérdida de nutrientes, altos costos de alimento, efecto desfavorable sobre la salud del animal, reducción en la producción de leche, bajo desempeño reproductivo, causar un daño al medio ambiente así como disminuir la cantidad de caseína aportada por la leche lo que al final se traduce en un menor rendimiento de queso(Gómez y col, 2002b).

Algunos problemas reproductivos de los hatos lecheros como bajas tasas de concepción, repetición de calores, aumento en los días abiertos y en los servicios por concepción se han asociado con niveles de nitrógeno en la dieta (Canfield y col, 1990). Según el estudio de Ahmadzadeh (1996), que recopiló datos de diferentes autores, se ha encontrado que cuando los valores de BUN superan los 18mg/dL la tasa de concepción disminuye a menos del 48%, caso contrario, cuando el BUN es de 13mg/dL la tasa de concepción presenta valores del 62%. Estudios recientes realizados por investigadores de la Universidad de Pennsylvania observaron que las vacas con niveles menores de 16 mg/dl de MUN tendrán una tasa de preñez de 80%, por el contrario, niveles mayores de MUN tal es el caso de 25mg/dL, la tasa de preñez se reduce a la mitad 40% (Varga, 2004).

En la medida que las dietas estén desbalanceadas la vaca va eliminar más nitrógeno al ambiente principalmente en forma de orina. Esto no sólo puede contaminar arroyos y cañadas, también contribuye al incremento de la polución a la atmósfera. Un aspecto a considerar es que la excretas de la vaca principalmente la orina si se dan las condiciones se produce óxido nitroso el cual es uno de los gases con efecto invernadero y a la vez tiene efecto destructor sobre la capa de ozono (Velthof et al., 1998 citado por La Manna, 2002).

En este estudio, los balances de proteína mostraron excesos en la proteína ofrecida en la dieta (Cuadro 17), lo cual coincide con los valores elevados de BUN, esto como ya se dijo, afectaría negativamente en la reproducción y el medio ambiente, pero algo muy importante a considerarse, es el efecto de los excesos de proteína sobre los costos de alimentación. En este contexto, una disminución de la oferta proteica podría tener efecto positivo considerable.

## 4.5 EVALUACIÓN REPRODUCTIVA

**Cuadro 30. Parámetros Reproductivos de las Fincas en Vacas que Parieron ente el 1 de Enero y el 31 de Diciembre de 2004.**

Ubicación/Parámetros	IEP meses	DA	IPPS	IPSC	S/C
Candelaria	14.21	154.15	121.67	32.48	2.32
Texistepeque	13.59	141.42	83.51	57.91	2.53
Opico	12.36	102.20	56.69	45.51	2.31
Atiquizaya	13.19	127.24	91.82	35.42	1.97
Cangrejera	15.28	185.36	108.98	76.38	3.07
Izalco	14.25	159.77	83.99	75.78	2.58
Comalapa	13.04	110.40	76.56	33.84	2.00
Quezaltepeque	15.97	206.48	103.11	103.37	3.46

Simbología: IEP= Intervalo Entre Parto; DA= Días Abiertos; IPPS= Intervalo Parto Primer Servicio; IPSC= Intervalo Primer Servicio Concepción; S/C= Servicios por Concepción.

Los promedios de los parámetros reproductivos calculados en las lecherías son más altos que los ideales pero se sitúan entre un rango aceptable. En ganaderías pequeñas las vacas problema afectaron significativamente los promedios. La cantidad de días abiertos es la sumatoria del IPPS y del IPSC. En la medida que estos parámetros aumenten, así también aumentarán los días abiertos y en consecuencia el IEP.

Puede observarse que en todas las lecherías, el IPPS constituye el período más largo de los DA. En esto influye la salud de la vaca luego del parto, el período de espera voluntaria y la presentación del celo por parte del animal (Cavestany, 2000b). Es de notar que en las lecherías de Candelaria, Cangrejera y Quezaltepeque, este período sobrepasa los 100 días, lo cual puede deberse a cuestiones de manejo en relación con la eficiencia en la detección de celos o a que el retorno al celo no es rápido. Sea cual sea la situación, las pérdidas económicas que suponen la prolongación de este tiempo deben ser estimadas cuidadosamente.

En el IPSC se muestra otra situación: la suma de este período ya no está influenciada por voluntad del productor sino más bien por la fertilidad de la vaca y por el manejo nutricional y reproductivo que se realice. Sólo en tres de las 8 lecherías (Candelaria, Atiquizaya y Comalapa) se tiene un promedio de IPSC de alrededor de 34 días, esto significa un poco más de un ciclo estral (21 días), período que se considera aceptable; mientras que en las demás, el lapso de tiempo se alarga desde dos ciclos estrales (más de 42 días) hasta cerca de 5 ciclos (105 días aproximadamente), aquí se puede asumir que existe algún problema ya sea de manejo (mala detección de celos, celos sin síntomas, técnica deficiente de inseminación), nutrición (desbalance de proteína y energía) o de salud (abortos, muerte embrionaria).

Con relación a la nutrición, diferentes estudios han mostrado que vacas que reciben cantidades altas de proteína tienden a tener menor fertilidad (Jordan y Swanson, 2000; Gallardo, 2003; Ahmadzadeh, 1996). Se pueden presentar también como un exceso de urea en la sangre (BUN), lo que posee efectos tóxicos sobre los espermatozoides, óvulos, y el embrión en desarrollo (Wattiaux, 2003b). Todo esto contribuye a incrementar los DA.

La medición de Nitrógeno ureico en sangre (NUS o BUN) ha sido utilizada como indicador del estatus de nutrición proteica (Gómez y col, 2002b). Se considera el rango de 12 a 18 mg/dL como normales, arriba de estos límites se asume excesos de proteína dietética (Peña, 2000).

La fertilidad es afectada por el BUN. Las consecuencias de este exceso pueden manifestarse de muchas maneras. Se ha observado que las vacas con altos niveles tienden a ser repetidoras cíclicas con bajos valores de progesterona el día 21 post-inseminación, este hecho podría deberse a un aumento de la producción de prostaglandina (PG-2a) que comprometería la viabilidad del cuerpo lúteo (Martínez, 2001).

La influencia negativa que ejerce el nivel del BUN sobre la reproducción puede observarse en este estudio. La lechería de Quezaltepeque que es en promedio, la de más alto contenido de nitrógeno ureico en sangre tuvo los índices reproductivos más deficientes. Mientras que en Comalapa, donde los valores de BUN fueron relativamente mas bajos, los parámetros reproductivos calculados están dentro de los rangos aceptables teniendo además un IPSC y unos servicios por concepción más bajos de los encontrados en el estudio.

Es muy probable que los resultados del desempeño reproductivo estén influenciados además por factores como alojamiento y manejo reproductivo, los cuales al igual que la nutrición varían entre las diferentes ganaderías. Para saber el efecto exacto de un factor es necesario investigar en condiciones homogéneas, lo que no es el caso en este estudio.

## 5. CONCLUSIONES.

- 1) Los consumos de materia seca son cercanos a las necesidades estimadas por el NRC según las características de las vacas y su producción, pero en la relación forraje:

concentrado hay una importante tendencia a usar mayor cantidad de concentrado que de forraje.

- 2) En todas las ganaderías evaluadas independientemente del tipo de alimentación que se les proporciona, existen excesos de proteína en las dietas ofrecidas a las vacas de alta producción con respecto a sus requerimientos.
- 3) Los forrajes de las dietas estudiadas poseen baja calidad nutricional por su alto contenido de fibras (FAD y FND) y lignina, lo que conlleva a que la mayoría de los ganaderos busquen fuentes de alta concentración de nutrientes y mayor uso de suplementos para poder aumentar la producción de leche.
- 4) Los niveles de energía ofrecidos a las vacas suelen estar más en exceso que en deficiencia, los forrajes hacen un bajo aporte de dicho nutrimento y las necesidades son suplidas con el uso de alimentos concentrados.
- 5) Según los resultados de los análisis químicos y el balanceo de raciones puede decirse que la mayoría de los requerimientos de PC y energía que tienen las vacas son llenados por el concentrado.
- 6) En general, las dietas ofrecidas son de alto costo por el uso elevado de concentrado. Se encontró que a más suplemento ofrecido, mayor costo por litro de leche producido.
- 7) El costo por la proteína cruda que aportan los forrajes es más alto que el de los suplementos debido a su contenido nutricional; pero en cuanto a la energía, el costo de Mcal ENL es más caro en los suplementos que en los forrajes.
- 8) Los contenidos de nitrógeno ureico en sangre encontrados en la mayoría de las ganaderías están por encima de los valores de referencia para las vacas lecheras de alta producción y constituyen un factor que puede afectar negativamente la reproducción.

- 9) Los parámetros reproductivos evaluados en las ganaderías tienden a ser deficientes, debido probablemente a problemas en el manejo, salud y alimentación. Por los resultados obtenidos en la investigación puede decirse que el manejo nutricional juega un papel protagónico en este problema.

## **6. RECOMENDACIONES.**

1. Al balancear las dietas es necesario tomar en consideración no sólo la concentración de nutrientes en la dieta, sino también las cantidades por día que las vacas reciben. Para

esto es fundamental conocer la composición química de las materias primas, principalmente del forraje, y los consumos reales. Un ajuste óptimo de la oferta de nutrientes a los requerimientos puede contribuir muy significativamente a la salud de los animales y a un uso más eficiente del gasto en alimentación.

2. Es necesario mejorar la calidad de los forrajes utilizados, por que constituyen una fuente de nutrientes de bajo costo; un aumento en su inclusión en la dieta provocaría que más nutrientes fueran suplidos por estos y que haya una disminución en los costos por alimentación e incremento en los márgenes de ganancia.
3. Realizar controles de contenido de urea en el organismo de las vacas, ya sea por medio de sangre o leche para monitorear la nutrición proteica y evitar las consecuencias que ocasionan estos desequilibrios.
4. Se debe tener un estricto control en el registro de eventos productivos y reproductivos, para el cálculo de parámetros reproductivos, su análisis, la toma de medidas correctivas apegadas a problemas reales y la definición de metas.
5. Es necesaria la creación de una base de datos locales sobre contenidos nutricionales de forrajes, especies y variedades más utilizadas y características del material analizado.
6. Debe estudiarse además los factores que influyen en la calidad de los distintos forrajes para poder definir los valores o periodo óptimos para su aprovechamiento.
7. Ajustar la cantidad de PC en la dieta entre época seca y lluviosa o sorgo versus pasto.

## **7. BIBLIOGRAFIA.**

Acosta. Y; Delucchi, I 2002 Determinación de Urea en Leche. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Uruguay. 80 Pág.

- Ahmadzadeh, A. 1996. Effects of Nutrition on Reproduction in Dairy Cows. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en:  
<http://www.dasc.vt.edu/extension/nutritioncc/9655.html>.
- Agroconnection. 2002. Dietas aniónicas para vacas parto. (En línea). Consultado ene 2004. Disponible en:  
<http://www.agroconnection.com.ar/secciones/ganaderia/nutricion/S015A00061.htm>
- Agronegocios.2004. Metabolismo de proteínas en las vacas lecheras. (En línea). Consultado nov 2004. Disponible en:  
[http://www.agronegocios.com.py/rural/ganaderia/bovinos\\_notas1.html](http://www.agronegocios.com.py/rural/ganaderia/bovinos_notas1.html)
- Agrobit. 1996. El Ciclo Estral. (En línea). Consultado Feb. 2005. Disponible en:  
[http://www.agrobit.com.ar/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000017pr.htm](http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000017pr.htm)
- Álvarez Nogal P .J. 1999 Alimentación y rendimiento reproductivo. (En línea) Consultado ene 2004. Disponible en: <http://www.eumedia.es/articulos/mg/114aliment.html>
- Arias, A; Hernández, H. 2002. Chemical composition of *Brachiaria humidicola* grazed into a fero in Guanare Portuguesa State, Venezuela. *Revista Científica* 12: 562 - 565.
- Arias, M.X. 1999. EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN COMO HERRAMIENTA PRÁCTICA AL ALCANCE DEL GANADERO. (En línea). Consultado nov 2004. Disponible en:  
[http://www.encolombia.com/acovez24284\\_clasificacion12.htm](http://www.encolombia.com/acovez24284_clasificacion12.htm)
- Association of official Analytical Chemist. 1984 Official Methods of Analysis. pp.162.
- AYALA MEJÍA, M. A.; CARRILLO GONZÁLEZ, L. A.; ALCÓN CALDERÓN, E. A. 2000. Determinación del valor nutritivo del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis* Stent) bajo fertilización orgánica y química con dos edades de corte. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. Pág. 14-17, 59-71.
- Aylagas, M; Baudracco, J; Gallardo, M; Weidmann, P. 2001. Producción de leche: Evaluación de Mezclas de Concentrados en Vacas Lecheras de Alta Producción. En línea. Consultado en Mar 2005. Disponible en:  
<http://www.e-campo.com/sections/news/display.php/uuid.07875A80-1E2E-11D5-9B0F00010226AA51/>
- Balocchi L. 2002. Comportamiento de Vacas Lecheras en Pastoreo con y sin suplementación con Concentrado. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en:  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072002000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072002000100009&lng=es&nrm=iso)
- Baraja, C.R.; Flores, A; Lepoldo, R; Domínguez, C. J.E. 1993. Rumen Degradation in Sheep of Ruminant Content of Seef Cattle Slaughtered in the Slaughterhouse of Culiacan, Sinaloa (En línea). Consultado Feb 2005. Disponible en:  
<http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/41-50.htm#REGRESAR>
- Belfast News Letter. 2003. Copper Can Kill! Warning Over Dairy Cows. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en:  
[http://www.mycattle.com/health/dsp\\_health\\_article.cfm?storyid=8377](http://www.mycattle.com/health/dsp_health_article.cfm?storyid=8377)
- Blezinger, S.B.2002. Forage Quality, Digestibility Play an Important Role in Cattle Production. (En línea). Consultado Feb 2005. Disponible en:

<http://www.cattletoday.com/archive/2002/June/CT208.shtml>

- Butler, W.; Smith, R. 1989. Interrelationship Between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 72:767- 783
- Calsamiglia, S. 1997. Nuevas Bases para la Utilización de la Fibra en Dietas de Rumiantes. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP\\_1.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP_1.pdf)
- Campabadal C. 1994. Alimentación Eficiente de la Vaca Lechera. Asociación Americana de Soya. México, D. F. Sp.
- Camps, D. 1999. SISTEMAS DE PRODUCCION GANADERA. (En línea). Consultado ene 2004. Disponible en: [http://www.nutrihelpanimal.com.ar/BOVINOS\\_CARNE/tex\\_publ13.htm](http://www.nutrihelpanimal.com.ar/BOVINOS_CARNE/tex_publ13.htm)
- Canfield, R. W; Sniffen, C.J; Butler, W. R. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J Dairy Sci* 73: 2342-2349.
- Cañas de Moreno, F. 2002. Manual Bromatológico. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador. 80 p.
- Cavestany, D. 2000. Manejo reproductivo en vacas lecheras. INIA. La Estanzuela Uruguay. 115: 1-11.
- Cavestany, D. 2000. Temas de lechería: Reproducción. INIA La Estanzuela. Uruguay. 116:118.
- Chase, L.E Hotjens. 1997. El impacto del balance energético negativo en la aparición de enfermedades post parto en vacas lecheras. (En línea). Consultado ene de 2004 disponible en: [www.nutri.com](http://www.nutri.com).
- Chilliard, Y, Doreau M., Bocquier F. Lobley G.E. 1995. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to variations in food supply. In: M. Journet, E. Grenet, M-H. Farce, M. Theriez, C. Demarquilly (eds). Recent developments in the Nutrition of Herbivores. Proceedings of the IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. 329-360. INRA Editions, Paris.
- Church, D.C; Pond, W. G; Pond, K. R. 1995. Basic animal nutrition and feeding. 4th Edition. John Wiley & Sons. New York. Pág. 62
- Clínica Universitaria de Navarra. 2001. Cetosis. (En línea). Consultado dic de 2004. Disponible en: <http://www.viatusalud.com/diccionario.asp?s=Cetosis>.
- Cote, J. 1996. Health Management Practices for Dry Dairy Cows. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/92-162.htm>
- Corea, E. 2004. Eventos Productivos y Reproductivos en el Ciclo de la Vaca Lechera. Curso de Reproducción y Mejoramiento Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador.
- Cozzolino, D; Ligurina, G; Methol, Maria; Acosta, Y; Mieres, J; Bassewitz, H. 1996. Guía para la Alimentación de Rumiantes. 2da Edición. Unidad de Difusión y Tecnológica del INIA. Pag 45, 46.

- Delucchi, M.I. 1998. Composición de leche: Determinación de urea en leche. Laboratorio de calidad de leche. INIA La Estanzuela, Uruguay. Pág. 61-64
- Del Pino, R. 1996. Health Problems Can Be Nutritionally caused. (En línea). Consultado dic de 2004. Disponible en: [http://www.geocities.com/raydelpino\\_2000/problemas.html](http://www.geocities.com/raydelpino_2000/problemas.html)
- Dirección General de Economía Agrícola. 2004. Anuario de Estadística Agropecuaria 2003 - 2004 Pag 45, 59, 60.
- Gallardo. M.1999. Importancia de la fibra en otoño. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/35-importancia\\_de\\_la\\_fibra\\_en\\_otono.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/35-importancia_de_la_fibra_en_otono.htm)
- Edmoson. A; Lean. I; Weaver. L; Farver. T; Webster. G. 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. J Dairy Sci 72: 68-78.
- Gallardo, M. 2003. ¿Falta fibra en la dieta de vacas lecheras? Un análisis y aportes al problema. (En línea). Consultado nov de 2004. Disponible en: <http://www.e-campo.com/sections/news/display.php/uuid.5D1127C7-B69C-4753-A05F526A5E206E1B/catUuid.91D0E816-E269-11D3-A5140006292E2740/>
- Galvis, R.D. 2003. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera: es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido? (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: [www.Kogi.udea.edu.co/revista/15/15-1-4.pdf](http://www.Kogi.udea.edu.co/revista/15/15-1-4.pdf)
- García, R. 2003. Plantas Tóxicas en la Alimentación de Rumiantes. Curso de Sistemas Silvopastoriles. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador.
- Gingins, M. 1999. Estado Corporal de la vaca lechera. (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: <http://www.agroconnection.com.ar/secciones/ganaderia/lecheria/S012A01101.htm>
- Gómez. C; Fernández. M. 2002. Minerales para mejorar producción de leche y fertilidad en vacas lecheras. (En línea). Consultado dic de 2004. Disponible en: <http://www.visionveterinaria.com/articulos/64.htm>
- Gómez, C. A; Fernández, M. 2002. Nitrógeno ureico en leche y el balance proteico en raciones de vacas lecheras. (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: [www.visionveterinaria.com/articulos/76.htm](http://www.visionveterinaria.com/articulos/76.htm).
- González, A. 2002. Detección de celo, servicio natural e inseminación artificial. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: <http://fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL32.htm>
- González, J.V; Monge, A. 2002. Estudio de la dilatación derecha de abomaso. (En línea). Consultado ene de 2004. Disponible en: <http://www.exopol.com/general/circulares/117.html>.
- González, S. 2002. MAMITIS. (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: <http://www.canal-h.net/webs/sgonzalez002/Infecciosas/MAMITI.htm>

- Grant, R. 1997. Feeding Dairy Cows to Reduce Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Excretion into the Environment. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: <http://ianrpubs.unl.edu/dairy/g1306.htm>
- Gregoret R. 2003. Ensilajes: ¿por qué es importante el tamaño de picado? (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/cfc/ensilajes.htm>
- Harris. B. University of Florida, IFAS Extension. 2003. Protein Intake and Dairy Cow Fertility. (En línea). Consultado Jul de 2005. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Harris, B; Adams, L; Van Horn H. 1994. Mineral Needs of Dairy Cattle. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/DS122>
- Hazard, T. S. 2002. LAMINITIS: CUIDE SU REBAÑO LECHERO. (En línea). Consultado dic de 2004. Disponible en: <http://www.tattersall.cl/revista/REV168/tende.htm>
- Hof, G; Vervoorn, M; Lensers, P; Tamminga, S. Milk Urea Nitrogen as a Tool to Monitor the Protein Nutrition of Dairy Cows. Wageningen, the Netherlands.6009
- Hoffman, P; Combs, D.2004. Using NDF Digestibility in Ration Formulation (En línea). Consultado Feb 2005. Disponible en: <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/NDFD04-FOF.htm#home>
- INFOCARNE. 2002a. GRADOS DE CONDICIÓN CORPORAL. (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: [www.infocarne.com/bovino/condicion\\_corporal.asp](http://www.infocarne.com/bovino/condicion_corporal.asp)
- INFOCARNE. 2002b. MASTITIS. La Enfermedad y su transmisión. (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: <http://www.infocarne.com/bovino/mastitis.asp>
- INFOCARNE. 2002c. METABOLISMO DE PROTEÍNAS EN LAS VACAS LECHERAS. (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: [http://www.infocarne.com/bovino/metabolismo\\_proteinas.asp](http://www.infocarne.com/bovino/metabolismo_proteinas.asp)
- INFOCARNE. 2002d. Preñez y Parto. (En línea). Consultado Feb 2005. Disponible en [http://www.infocarne.com/bovino/prenez\\_parto.asp](http://www.infocarne.com/bovino/prenez_parto.asp)
- INFOTAMBO. 1995. Alimentación pre - parto. (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: [http://www.infortambo.com.ar/index\\_tecnologia.php3?cen=ali5.htm&sind=1](http://www.infortambo.com.ar/index_tecnologia.php3?cen=ali5.htm&sind=1)
- Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, EEUU: Compilación de Datos Analíticos y Biológicos en la Preparación de Cuadros de Composición de Alimentos para usos en los Trópicos de América Latina. Centro para la Agricultura Tropical. Departamento de Ciencia Animal. 3301, 3301-2, 3301-3, 3201, 3201-2, 3201-3.
- INTA. 2001. Bovino para Carne, Cría. (En línea). Consultado ene de 2005. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/sanidad/bovcria.htm>
- Jordan, E; Chapman, T; Holtan, D; Swanson, L. 2000. Relationship of Dietary Crude Protein to Composition of Uterine Secretions and Blood in High - Producing Postpartum Dairy Cows.
- J.P. Selecta. S.A. "Manual de Instrucciones del Extractor para la Determinación de Celulosa y Fibras". pp. 16, 17, 18, 19, 20,21.

- Klein R. F. 2001. El manejo de pre-parto. (En línea). Consultado ene 2004. Disponible en: <http://www.australosorno.cl/site/apg/lecheria/pags/20010828135738.html>
- LABTEST DIAGNOSTICA. 2000. Instrucciones de uso del kit UREA CE. Brasil. Disponible en: [www.labtest.com.br](http://www.labtest.com.br)
- La Manna, A; Acosta, Y; Mieres, J; Delucchi, I. 2002. Jornada de Lechería INIA; Alimentación y Urea en Leche: Aspectos Nutricionales Reproductivos y Ambientales. Pág. 69 - 73.
- Linn, J.G.; D.E. Otterby; J.K. Reneau. 1990. Dairy management manual. (En línea). Consultado dic 2004. Disponible en: [http://www.infocarne.com/bovino/reproduccion\\_nutricion2.asp](http://www.infocarne.com/bovino/reproduccion_nutricion2.asp)
- Márquez, F. F. 2003. Impacto del Balance Energético Negativo en la aparición de enfermedades posparto en vacas lecheras. (En línea). Consultado dic 2004. Disponible en: [http://www.nutrihelpanimal.com.ar/BOVINOS\\_LECHE/tex\\_publ7.htm](http://www.nutrihelpanimal.com.ar/BOVINOS_LECHE/tex_publ7.htm)
- Martín, J. 2004. Campo Fértil - Preocupación por Infecciones Uterinas. (En línea). Consultado nov 2004. Disponible en: [http://www.accelgen.com/spanish/nov\\_repro\\_con\\_F04.html](http://www.accelgen.com/spanish/nov_repro_con_F04.html).
- Martínez, A. 2001. Alimentación y reproducción en vacas lecheras. Mundo Ganadero 111: 48 - 54.
- Mercocarne. 2004. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF): "La siembra directa de la ganadería". (En línea). Consultado Feb. 2005. Disponible en: <http://www.fyo.com/hacienda/ampliar.asp?idnoticia=37196&idtipoinformacion=27>
- MERIAL. 2001. Las vacas de alta producción, el estrés calórico y la mastitis. (En línea). Consultado ene 2004. Disponible en: [http://www.merial.com.ar/carta\\_agropecuaria/las\\_vacas.html](http://www.merial.com.ar/carta_agropecuaria/las_vacas.html)
- Meyer, P. 1997. Estrategia de crianza: Establezca sus objetivos de crianza. (En línea). Consultado ene 2004. Disponible en: [http://www.infortambo.com.ar/index\\_tecnologia.php3?cen=gene1.htm&sind=1](http://www.infortambo.com.ar/index_tecnologia.php3?cen=gene1.htm&sind=1)
- Mieres, J.M; Cúneo, M; Assandri, L. 1999. Manual de Técnicas de Laboratorio. INIA, La Estanzuela. Uruguay. 56 p.
- Monografía. 1999. Alimentos Balanceados. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos/alimentos/alimentos.shtml>
- Montenegro. R. "Reorganización y proyección del Laboratorio de Alimentos de Centro de Tecnología Agrícola CENTA/MAG". El Salvador. pp. 25-31.
- National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6<sup>th</sup> rev. ed Natl. Acad. Sci, Washington DC.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7<sup>th</sup> rev. ed Natl. Acad. Sci, Washington DC.
- Nielsen, J.J In Vitro Feed Test for Evaluation of Energetic and Productive Value of Straw, Industrial By-Products and Alternative Energy Resources for Cattle Feeding. 1981. The

Center for Veterinary and Agricultural Documentation. Copenhagen. Denmark. Pag 287 - 299.

Olvera, M.A. 1993. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S00.htm>

Oltner, R; Wiktorsson, H. 1983. Urea Concentrations in milk and blood influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. *Lives Prod Sci* 10: 457-467.

Parker, R. 1999. Using Body Condition Scoring in Dairy Herd Management. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en:  
[http://www.geocities.com/raydelpino\\_2000/manejoconcondicioncorporal.html](http://www.geocities.com/raydelpino_2000/manejoconcondicioncorporal.html)

Peña C, F. 2000. Importancia del Nitrógeno Ureico de la leche como índice para Evaluar la Eficiencia Productiva y Reproductiva de las Vacas Lecheras. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en:  
[www.encolombia.com/veterinaria/recovez27102-importancianitro.htm](http://www.encolombia.com/veterinaria/recovez27102-importancianitro.htm).

Prieto, E; Alvarado, L; Ruiz, R. 2005. Manejo Reproductivo del hato bovino. (En línea) consultado en Feb. 2005. Disponible en:  
[http://www.turipana.org.co/manejo%20hato\\_bovino.html](http://www.turipana.org.co/manejo%20hato_bovino.html)

Reneau, J.K. 2002 Reproducción y Nutrición (En línea). Consultado ene 2004. Disponible en:  
[http://www.infocarne.com/bovino/reproduccion\\_nutricion.asp](http://www.infocarne.com/bovino/reproduccion_nutricion.asp)

Risco, C.A. 1999. Efecto de los Desórdenes Metabólicos Postparto sobre el Comportamiento Reproductivo de Vacas Lecheras. (En línea). Consultado ene 2004. Disponible en:  
<http://www.prodivesa.com/selproc1.htm>

Sánchez, J.M; Soto, H. 1996. Estimación de la Calidad Nutricional de los Forrajes de Cantón de San Carlos. I Materia Seca y Componentes Celulares. *Nutrición Animal Tropical* 1 (3): 3 - 18.

Stannard, M; Kelley, C: 1993. Forage Quality Analysis of Several Pullman Plant Materials Center Releases. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en:  
[http://www.wsu.edu/pmc\\_nrcs/technotes/plant\\_materials/tntpm23.htm](http://www.wsu.edu/pmc_nrcs/technotes/plant_materials/tntpm23.htm)

Smith R.D., Holtz C.R. and Sniffen C.J. 1992. Effect of the Protein on Reproductive Performance. *The National Dairy Database*. New York. Sp

Tocci, M.G. 2003. Alimentación de vacas lecheras durante la lactancia en los diferentes modelos de producción. (En línea). Consultado nov 2004. Disponible en:  
[http://www.nutrihelpanimal.com.ar/BOVINOS\\_LECHE/tex\\_publ9.htm](http://www.nutrihelpanimal.com.ar/BOVINOS_LECHE/tex_publ9.htm)

Universidad de Antioquia, facultad de ciencias agrarias, escuela de medicina veterinaria. 1999. Semiología reproductiva de la vaca y la yegua. (En línea). Consultado dic 2004. Disponible en:  
[http://docencia.udea.edu.co/ca/SistemasOrganicosIII/sisReproductivo/semiologia\\_hembra.html](http://docencia.udea.edu.co/ca/SistemasOrganicosIII/sisReproductivo/semiologia_hembra.html)

Universidad Mayor de San Marcos de la Facultad de química e Ing. Química. 2003. Alimentos Balanceados. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en:  
<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpyuVuFAyZVydPbefh.php>

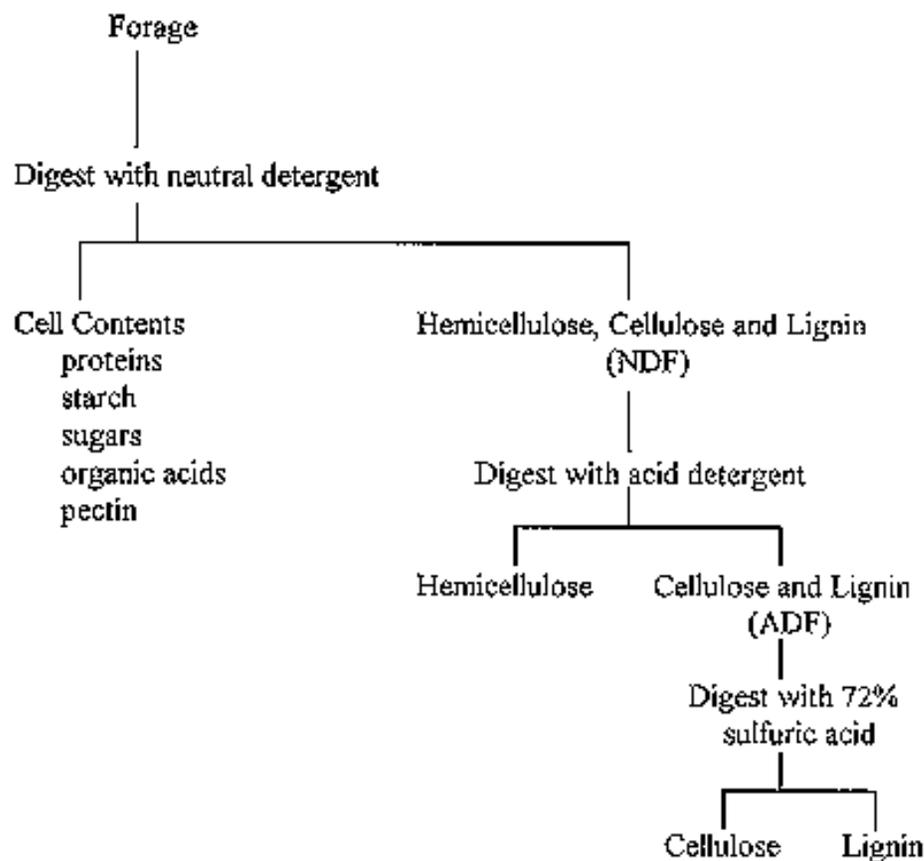
- Varela, J. 2004. Metritis en ganado lechero. (En línea). Consultado ene 2004. Disponible en: <http://www.engormix.com/foros2.asp?valor=4843>.
- Varga, G. 2004. DAIRY DIGEST. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en: <http://www.das.psu.edu/Newsletters/DDfeb2003.pdf>
- Wattiaux, M. A. 2003a. Alimento para vacas lecheras (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch06.es.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch06.es.html)
- Wattiaux, M. A. 2003b. Metabolismo de proteína en vacas lecheras. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch05.es.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch05.es.html)
- Wattiaux, M. A. 2003c. Reproducción y Selección Genética. (En línea). Consultado en dic 2004. Disponible en: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch11.es.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch11.es.html)
- Wattiaux M.A. 2003d. Reproducción y selección genética (En línea). Consultado dic 2004. Disponible en [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch13.es.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch13.es.html)
- Wattiaux, M.A. 2004a. Detección de celo, servicio natural e inseminación artificial. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch09.es.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch09.es.html)
- Wattiaux, M.A. 2004b. La Función de ganado lechero. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch08.es.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch08.es.html)
- Yabuta, A.K. 2001. El Estrés Calórico en el Ganado Lechero. (En línea). Consultado ene 2005. Disponible en: <http://fmvz.uat.edu.mx/Investigacion/memorias/principal7.htm>
- Yepes J. 2004. Efecto de la Nutrición sobre la Reproducción. (En línea). Consultado Feb de 2005. Disponible en: <http://www.solla.com/actualidad/Articulos/nutriyrepro.ppt#27>

# 8. ANEXOS

**ANEXO 1. CUADRO DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUN EN VACAS LECHERAS. (La Manna, 2002)**

<b>Contenido de MUN (mg/dl)</b>	<b>Calificación</b>	<b>Interpretación.</b>
< 9	Deficiente	Insuficiente N en la dieta. Afecta producción
9 - 12	Bueno	Buen uso del N. Puede afectar producción.
12 - 15	Excelente	Optimo nivel para producción y reproducción.
15 - 18	Bueno	Uso sub - óptimo del N. Sin efecto adverso en reproducción.
18 - 21	Regular	Desperdicio de N. Puede afectar reproducción.
> 21	Deficiente	Exceso de N. Afecta reproducción.

**ANEXO 2. THE DETERGENT (VAN SOEST) PROCEDURE TO PARTITION FORAGE.**  
(Stannard, 1993)



Source: Pioneer Forage Manual - A Nutritional Guide, 1990,  
Pioneer Hi-Bred International, Inc.

ANEXO 3. FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

EFFECTO DE LA PROTEINA CRUDA Y LA ENERGIA EN LA FERTILIDAD DE VACAS  
LECHERAS EN EL SALVADOR.

Registro de Campo.

Finca: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

1. Datos del animal.

Raza: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_

BCS: \_\_\_\_\_

Prod /dia: \_\_\_\_\_

% Grasa: \_\_\_\_\_

Edad 1parto: \_\_\_\_\_

IEP: \_\_\_\_\_

2. Medio Ambiente.

Temperatura promedio: \_\_\_\_\_

Humedad relativa: \_\_\_\_\_

3. Otros datos.

---

---

---

---

---

---

4. Observaciones.

---

---

---

---

---

ANEXO 4. FICHA DE REGISTRO DE LA DIETA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

EFFECTO DE LA PROTEINA CRUDA Y LA ENERGIA EN LA FERTILIDAD DE VACAS LECHERAS EN EL SALVADOR.

Finca: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Datos para determinar dieta

1. Oferta en la dieta.  
a) Concentrado.

	Ingredientes	% Inclusión	Precio/qg	\$/kg	Total
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Cantidad ofrecida: \_\_\_\_\_

Cantidad vaca: \_\_\_\_\_

Numero de vacas: \_\_\_\_\_

- b) Forraje

Descripción: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Especie: \_\_\_\_\_

Cantidad ofrecida: \_\_\_\_\_

Variedad: \_\_\_\_\_

Número de vacas: \_\_\_\_\_

Edad de Corte: \_\_\_\_\_

Tipo de Ensilado: \_\_\_\_\_

**ANEXO 5. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD PARCIAL.** (Ayala Mejia 2000; Cañas de Moreno, 2002)

**Fundamento:**

Pérdida del agua no ligada por calentamiento de la muestra en una estufa de aire reforzado a una temperatura de 60°C durante 24 horas.

**Equipo:**

- Balanza semi analítica.
- Estufa de aire reforzado.
- Desecador de gabinete.

**Materiales:**

- Bolsas de papel.
- Pinzas tipo tijera.
- Lápiz graso.
- Tijera de podar.

**Procedimiento:**

El material se corta con las tijeras en trozos pequeños, se homogeniza para que la muestra sea representativa. Se introduce en las bolsas de papel previamente pesadas (peso de bolsa vacía) e identificadas según el tipo de muestra. Además, las bolsas se perforan para que el aire pueda circular entre la muestra. Luego se pesan nuevamente y se anota como peso de bolsa más muestra antes de secar. Las bolsas se colocan dentro de la estufa a 60°C por 24 horas.

Luego de este período, se sacan las bolsas con las pinzas, se colocan dentro de un desecador por medio hora y se pesan. (Peso de bolsa más muestra después de secar).

**Cálculos:**

- $(\text{Peso de bolsa} + \text{muestra}) - \text{Peso bolsa vacía} = \text{peso de muestra}.$
- $\left[ \begin{array}{c} \text{Peso bolsa} + \text{muestra} \\ \text{Antes de secar} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{Peso bolsa} + \text{muestra} \\ \text{Después de secar} \end{array} \right] = \text{Pérdida de peso}.$
- $\% \text{ Humedad parcial} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$

## ANEXO 6. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD TOTAL. (Ayala Mejia 2000; Cañas de Moreno, 2002)

### Fundamento:

Pérdida del agua fuertemente ligada en la muestra por desecación en una estufa de vacío, a una temperatura de 105°C por 5 horas y 5 PSI de presión.

### Equipo:

- Estufa de vacío.
- Bomba de vacío.
- Balanza analítica.
- Desecador.
- Molino Willey con tamiz de 1mm.

### Materiales:

- Cajas de aluminio.
- Pinzas tipo tijera.

### Procedimiento:

Las cajas de aluminio se calientan previamente en estufa a 105°C por 2 horas, se colocan en desecador y después de media hora se pesan (peso de caja vacía). A continuación se agrega aproximadamente 2 gramos de muestra molida, se pesa (peso de caja más muestra antes de secar) y se identifica. Luego se colocan las cajas destapadas en la estufa a 105°C por 5 horas. Después de este tiempo se sacan las cajas con las pinzas, se tapan y se colocan en el desecador por media hora y se pesan (peso de caja más muestra después de secar).

### Cálculos:

- (Peso de caja + muestra) - peso caja vacía = Peso de muestra.
- (peso de caja + muestra antes de secar) - (peso de caja + muestra después de secar) = pérdida de peso.
- % Humedad total =  $\frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$

## ANEXO 7. DETERMINACIÓN DE CENIZAS. (Ayala Mejia 2000; Cañas de Moreno, 2002)

### Fundamento:

Incineración de la muestra en un horno de mufla a 550°C por 2 horas para quemar todo el material orgánico.

### Equipo:

- Horno de mufla.
- Balanza analítica.
- Desecador.

### Materiales:

- Crisoles de porcelana.
- Pinzas tipo tijeras.

### Procedimiento:

Se calientan los crisoles de porcelana en una estufa por 2 horas a 105°C, se sacan y enfrían en el desecador. Se pesa aproximadamente 2 gramos de muestra, se identifica y se colocan los crisoles en el horno de mufla. Se deja un poco abierto al principio para la salida de gases como CO y CO<sub>2</sub>, luego se cierra y se pone a 550°C por 2 horas. Después de este período se abre el horno para que se enfríe y se sacan las muestras, se colocan en desecador y se pesa.

### Cálculos:

- (Peso crisol + muestra) - peso crisol vacío = Peso muestra.
- (peso crisol + muestra después de calcinar) - peso crisol vacío = peso de ceniza.
- % Ceniza =  $\frac{\text{peso de ceniza}}{\text{peso de muestra}} \times 100$

## ANEXO 8. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO POR EL MÉTODO DE MICRO KJELDAHL. (Ayala Mejia 2000; Cañas de Moreno, 2002)

### Fundamento:

#### *1. Digestión:*

Destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  concentrado y caliente. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco  $NH_3$  en presencia de catalizadores. El  $NH_3$  desprendido queda fijado en el  $H_2SO_4$  como sulfato de amonio, que es estable en condiciones de trabajo.

#### *2. Destilación:*

El  $NH_3$  liberado es recogido en un volumen conocido de ácido bórico, formándose borato de amonio.

#### *3. Valoración:*

El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico HCl, empleando un indicador que es una mezcla de azul de metileno y rojo de metilo.

### Equipo:

- Aparato de micro Kjeldahl digestión y destilación.
- Balanza analítica.
- Balanza semi analítica.

### Materiales:

- Balones de micro Kjeldahl de 100ml.
- Erlenmeyer de 125ml.
- Probetas de 10 y 25ml.
- Bureta de 25ml.
- Soporte para bureta.
- Papel filtro.
- Perlas de vidrio.

### Reactivos:

- Óxido amarillo de mercurio.
- Sulfato de potasio.
- Ácido Sulfúrico concentrado.
- Granallas de zinc.
- Solución de Hidróxido de Sodio 50 %.
- Solución de ácido bórico 4%.
- Solución de Tiosulfato de sodio 8%.
- ácido clorhídrico 0.1 N
- Indicador azul de metileno - rojo de metilo.

## Procedimiento:

### *1. Digestión:*

Se pesa en papel filtro más o menos 0.1gr de muestra en la balanza analítica, se coloca en un balón de micro kjeldahl de 100ml. Se agrega 1.5gr de sulfato de potasio más 0.1gr de óxido amarillo de mercurio y 6ml de ácido sulfúrico concentrado. Agitar por 5 minutos y poner a digerir en el aparato, conectar el sistema de extracción de vapores y mover constantemente los balones hasta que la solución esté clara, más o menos 55 minutos.

### *2. Destilación:*

Retirar los balones y enfriarlos, agregar agua destilada hasta la mitad de los balones y esperar que se enfríen.

Agregar 3.5ml de solución de tiosulfato de sodio 8%, 4 perlas de vidrio, 2 granallas de zinc y 25ml de solución de hidróxido de sodio 50%.

Recibir el destilado en el erlenmeyer de 125ml con 15ml de solución de ácido bórico 4% más 2 gotas de indicador azul de metileno - rojo de metilo, y colocar en el aparato.

Destilar aproximadamente 30ml, dejar enfriar y titular con solución de ácido clorhídrico 0.1 N,

## Cálculos:

El porcentaje de nitrógeno se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% N = \frac{\text{ml HCl muestra} * N * 0.014 *}{\text{peso de muestra (gr)}} \times 100$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} * \text{Factor}$$

El factor a ocupar depende de la muestra en cuestión. Para estos análisis se utilizó el factor 6.25 que corresponde a muestras de origen vegetal.

## ANEXO 9. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO POR EL MÉTODO DE SOXHLET (Ayala Mejia 2000; Cañas de Moreno, 2002)

### Fundamento:

El éter se evapora y condensa continuamente extrayendo materiales solubles cuando pasa por una muestra deshidratada, el extracto se recoge en un recipiente pesado y al terminar el éter se recolecta y la grasa queda en el recipiente, se seca y se pesa. La extracción se debe al contacto de la muestra con un solvente por largo período.

### Equipo:

- Aparato de extracción de grasa de Soxhlet.
- Balanza Analítica.
- Estufa de vacío.
- Desecador.

### Materiales:

- Dedales para extracción de grasa.
- Algodón.
- Papel filtro.
- Balones para grasa.
- Beaker de 250 ml.
- Pinzas tipo tijera.

### Reactivos:

- Éter de petróleo.

### Procedimiento:

Se ponen a secar en una estufa los balones para grasa, se colocan en el desecador, se pesan e identifican. En papel filtro se pesa 2grs de muestra, se dobla y se coloca en los dedales, cubriéndolo con algodón.

Los dedales se colocan en las cornetas del aparato y se adaptan a los balones de grasa. Se agrega aproximadamente 200 ml de éter de petróleo y se pone a funcionar por 5 horas. Después de este tiempo se retira el dedal y se empieza a recuperar el éter, hasta que se evapore completamente del balón de grasa. Los balones se ponen a secar en la estufa, se enfrían en desecador y se pesan.

### Cálculos:

- Peso de muestra = (papel filtro + muestra) - papel filtro vacío
- Peso del extracto etéreo = (recipiente + extracto etéreo) - recipiente vacío.
- % E.E. ó 
$$\% \text{ grasa} = \frac{\text{peso de extracto etéreo}}{\text{peso de muestra}} * 100$$

## **ANEXO 10. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA. MÉTODO DE WEENDE.**

(OAC 1984; Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas; J.P. Selecta. S.A.; Montenegro. R)

### **Fundamento:**

En la fracción de fibra cruda o bruta, se encuentran comúnmente celulosa, pentosanas, lignina, suberina, cutina, alginatos y pectinas.

Aunque la fibra no posee un valor nutritivo apreciable, su función en el tracto gastrointestinal es la de aumentar el volumen de las materias nutritivas y estimular la peristalsis intestinal.

En los animales monogástricos, incluido el hombre, la mayor parte de la fibra cruda es indigerible, pues no poseen las enzimas adecuadas para degradarlas convirtiéndolas así en un vehículo del alimento a través del intestino.

Los animales poligástricos degradan la celulosa transformándola en ácidos grasos de cadena corta, que sirven con fines energéticos.

El método empleado para esta determinación consiste en efectuar dos digestiones. La primera con ácido sulfúrico y la segunda con hidróxido de sodio. La finalidad del método es la de eliminar las proteínas, carbohidratos solubles, residuos de grasa, vitaminas y otros componentes diferentes que interfieren en su determinación. El fundamento del método es asemejar el proceso al que desempeña el organismo en su función digestiva.

### **Equipo:**

- Mufla 500 c
- Estufa 100 c
- Balanza analítica.
- Bomba de vacío
- Equipo Dosi - Fiber.
- Desecador.

### **Materiales:**

- Frasco kitasato.
- Crisoles Gooch.
- Microespatula.

### **Reactivos:**

- Ácido sulfúrico 0.255 N.
- Hidróxido de sodio 0.313 N.
- 2 - Octanol.
- Acetona.

### Procedimiento:

- a) Pesar de 1 a 1.5gr de muestra en crisol poroso. La cantidad de muestra es  $W_0$ .
- b) Introducir los crisoles en el aparato Dosi - Fiber. Asegurarse que las válvulas estén en posición cerrado.
- c) **Hidrólisis ácida en caliente:** añadir 100 - 150ml de ácido sulfúrico 0.255N caliente en cada columna y unas gotas de anti espumante.
- d) Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactores (potencia 90%). Esperar a que hierva, reducir la potencia al 30% y dejar hervir durante el tiempo de extracción (30 minutos a 1 hora dependiendo del material). Para una hidrólisis más efectiva accionar la bomba de aire en la posición de soplar.
- e) Después del tiempo de digestión con solución ácida, abrir el circuito de vacío y poner los mandos de las válvulas en posición Absorción. Lavar con agua destilada y filtrar. Repetir este proceso por lo menos 3 veces.
- f) **Hidrólisis básica en caliente:** repetir los pasos c - e pero utilizando hidróxido de sodio 0.313N en lugar de ácido.
- g) **Extracción en frío con acetona:** no realizar la extracción en frío con acetona en el aparato Dosi- Fiber. Preparar el frasco kitasato con la bomba de vacío. Situar el crisol en la entrada del kitasato y añadir acetona a la vez que se acciona el vacío. Repetir esta acción tres veces por crisol.
- h) Poner las muestras a secar en la estufa a  $100^{\circ}\text{C}$  durante 8 horas. Dejar enfriar en desecador.
- i) Pesar con precisión  $\pm 0.1\text{mg}$ . la cantidad pesada es  $W_1$ .
- j) Incinerar las muestras de los crisoles en horno de mufla a  $500^{\circ}\text{C}$  durante un mínimo de 3 horas.
- k) Dejar enfriar en desecado. Pesar los crisoles con una precisión de  $\pm 0.1\text{mg}$ . la cantidad pesada es  $W_2$ .

### Cálculos:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = (W_1 - W_2)100/W_0$$

$$\text{Extracto libre de Nitrógeno: } 100 - (\text{PC} + \text{EE} + \text{C} + \text{FC})$$

## **ANEXO 11. DETERMINACIÓN DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE (FND) POR EL MÉTODO DE VAN SOEST.**

(OAC 1984; Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas; J.P. Selecta. S.A.; Montenegro. R)

### **Fundamento:**

El método detergente neutro para determinar los constituyentes de la pared celular es un método rápido para la determinación de la fibra total del alimento de origen vegetal. Divide la materia seca de los alimentos en constituyentes solubles y nutricionalmente disponible (98%) y de lo que son aprovechados de manera incompleta y dependen de la fermentación.

El tratamiento de material vegetal con sulfato de lauril sodico, disuelve el contenido celular y deja como residuo la pared celular que contiene: celulosa, hemicelulosa y lignina, a esto se le conoce como fibra neutro detergente. ( MAYNARD, L.A 1975 Nutrición animal. Trad. Alfonso Ortega Said, 4ta Edición, Estados Unidos. pag 93 - 95 ).

### **Equipo:**

1. Digestor de fibra Dosi - Fiber.
2. Bomba de vacío.
3. Balanza analítica.
4. Estufa a 100 °C
5. Hot plate.

### **Materiales:**

1. Crisoles Gooch.
2. Desecador.
3. Pinza para crisoles
4. Beakers.
5. Balón aforador 1000ml.
6. Desecador de gabinete.

### **Reactivos:**

1. Sulfato lauril sodico 30.0gr.
2. EDTA, sal sodica deshidratada 18.6g
3. Borato sodico 6.8gr.
4. Fósforo sodico 4.6gr.
5. 2 Etilenglicol 10.0ml.
6. Agua destilada 1.0lt.
7. Acetona.
8. 2- Octanol.

### Preparación de la solución neutro detergente:

- a) En un beaker con 100ml de agua caliente disolver 18.6gr de EDTA sodica y 6.8gr de borato de sodio.
- b) Agregar en un beaker con 100ml de agua destilada 30.0gr de sulfato lauril sodico mas 10.0ml de 2 etilenglicol y mezclar homogéneamente.
- c) Colocar en un beaker vacío 4.6gr de fosfato disodico luego agregar agua destilada caliente y mezcla con un agitador hasta disolver completamente.
- d) Luego mezclar cada una de las soluciones cuidadosamente en un balón aforado de 1000ml.

### Procedimiento:

- a) Pesar 0.5 - 1.0g de muestra seca y molida y colocarla en crisol gooch previamente tarado.
- b) Introducir los crisoles en el Dosi - Fiber. Asegurarse de que las válvulas están en posición cerrado.
- c) Añadir 100ml de la solución detergente neutro fría (temperatura ambiente). Calentar hasta ebullición (potencia 90%) una vez alcanzada la ebullición reducir la temperatura (potencia 30%), mantener esta temperatura por 60 minutos, tiempo tomado desde el inicio de la ebullición.
- d) Detener el proceso y proceder a filtrar las soluciones aplicándoles vacío. Enjuagar los crisoles con agua caliente por lo menos 3 veces (90 -100 °C).
- e) Lavar dos veces con acetona del mismo modo, en frasco kitasato y bomba de vacío y secar succionando. Secar los crisoles a 100 °C, por 8 horas o toda la noche; colocarlos en desecador por 30 minutos y pesar.
- f) Reportar la fibra detergente neutro como los constituyentes de la pared celular:

### Cálculos:

$$\%F.D.N = (W2 - W1)100/W0$$

Donde:

W2: peso de crisol + residuo.

W1: peso crisol vacío.

W0: peso de muestra.

%Contenido Celular: 100% - % FDN.

## **ANEXO 12. DETERMINACIÓN DE FIBRA ÁCIDO DETERGENTE (FAD) POR EL MÉTODO DE VAN SOEST.**

(OAC 1984; Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas; J.P. Selecta. S.A.; Montenegro. R).

### **Fundamento:**

La fibra ácido detergente es el residuo insoluble en un detergente ácido. Engloba la lignina, celulosa y sílice.

Van Soest (1965) define la fibra ácido detergente como el residuo que queda después de tratar una muestra de alimento con una solución de bromuro de cetil trimetil amonio en ácido sulfúrico 1N. Este residuo corresponde a una fracción de lignocelulosa, minerales, algunas hemicelulosas, pectinas y taninos

### **Equipo:**

1. Equipo Dosi - Fiber.
2. Mufla.
3. Estufa a 100 °C.
4. Balanza analítica.
5. Hot plate.

### **Materiales:**

1. Bomba de Vacío.
2. Frasco Kitasato.
3. Crisoles Gooch.
4. Pinza para crisoles.
5. Balón aforador 1000ml.
6. Desecador de gabinete.

### **Reactivos:**

1. Ácido sulfúrico 1N
2. Bromuro de cetil trimetil amonio.
3. Acetona.
4. Antiespumante (2- octanol)

### **Procedimiento:**

Pesar (con precisión de  $\pm 0.1$ mg) de 1 a 1.5g de muestra en un crisol de fondo poroso.

- a) Introducir los crisoles en el Dos- Fiber.
- b) Asegurarse de que las válvulas estén en posición "Cerrado". Añadir 100ml de solución ácido detergente. Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactoras (potencia 90%).
- c) Esperar que hierva, reducir la potencia al 30% y dejar durante 60 minutos.
- d) Pasado el tiempo abrir los circuitos de vacío y colocar los mandos de las válvulas en posición "Absorción". Lavar con agua destilada caliente y filtrar. Repetir este proceso por lo menos 3 veces.

- e) Preparar el frasco kitasato y la bomba de vacío. Situar el crisol en la entrada del kitasato y añadir acetona a la vez que el circuito de vacío este absorbiendo hacia el frasco. Repetir esta operación dos veces.
- f) Colocar las muestras a secar en estufa a 100 °C por 8 hora
- g) Enfriar en desecador.
- h) Pesar con una precisión de  $\pm 0.1$ mg.

**Cálculos:**

$$\% \text{ F.A.D} = (W4 - W1)100/Wo$$

$$\% \text{Hemicelulosa} = (W2 - W4)100/Wo.$$

Donde:

W4: peso crisol más residuo obtenido en FAD.

W1: peso crisol vacío.

Wo: peso de muestra.

W2: peso de crisol más residuo obtenido en FDN.

## **ANEXO 13. DETERMINACIÓN DE LIGNINA.**

### **MÉTODO ÁCIDO DETERGENTE - DETERMINACIÓN FRACCIONADA**

(OAC 1984; Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas; J.P. Selecta. S.A.; Montenegro. R)

#### **Equipo:**

1. Equipo Dosi - Fiber.
2. Balanza analítica.
3. Bomba de vacío.
4. Horno mufla.
5. Estufa.
6. Hot plate.

#### **Materiales:**

1. Frascos Kitasato.
2. Crisoles Gooch.
3. Pinzas para crisol.
4. Desecador.

#### **Reactivos:**

1. Solución Ácido Detergente.
2. Ácido sulfúrico al 72% p/v.
3. Acetona.
4. Antiespumante (2-Octanol)

#### **Procedimiento:**

- a) Pesar (con precisión de  $\pm 0.1$ mg) de 1 a 1.5g de muestra en un crisol de fondo poroso.
- b) Introducir los crisoles en el Dos- Fiber.
- c) Asegurarse de que las válvulas estén en posición "Cerrado". Añadir 100ml de solución ácido detergente. Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactores (potencia 90%).
- d) Esperar que hierva, reducir la potencia al 30% y dejar durante 60 minutos.
- e) Pasado el tiempo abrir los circuitos de vacío y colocar los mandos de las válvulas en posición "Absorción". Lavar con agua destilada caliente y filtrar. Repetir este proceso por lo menos 3 veces.
- f) Preparar el frasco kitasato y la bomba de vacío. Situar el crisol en la entrada del kitasato y añadir acetona a la vez que el circuito de vacío este absorbiendo hacia el frasco. Repetir esta operación dos veces.
- g) Colocar las muestras a secar en estufa a  $100^{\circ}$  C por 8 horas.
- h) Enfriar en desecador.

- i) Pesar con una precisión de  $\pm 0.1\text{mg}$ . la cantidad pesada es W5.
- j) DETERMINACION FRACCIONADA: introducir los crisoles con el residuo W5 en el Dosi - Fiber. Asegurarse de que las válvulas estén en posición "Cerrado".
- k) Añadir 25ml de ácido sulfúrico al 72% p/v. Accionar el interruptor de la bomba de aire en la posición "Soplar". Dejar extraer en frío por 3 horas.
- l) Abrir el circuito de vacío y colocar los mandos de las válvulas en posición "Absorción". Lavar con agua destilada caliente y filtrar. Repetir este proceso por lo menos tres veces.
- m) Colocar las muestras en estufa a 100 centígrado durante 8 horas. Dejar enfriar en desecador.
- n) Pesar con precisión de  $\pm 0.1\text{mg}$ . la cantidad pesada es W7.
- o) Incinerar las muestras de los crisoles en el horno mufla a 500 °C durante 3 horas como mínimo.
- p) Dejar enfriar en desecador. Pesar los crisoles. La cantidad pesada es W8

#### Cálculos:

Calcular el porcentaje de lignina y celulosa por medio de las siguientes formulas:

$$\% \text{Celulosa} = (W5 - W7)100/Wo$$

$$\% \text{Lignina} = (W7 - W8)100/Wo$$

## ANEXO 14. ESCALA DE CALIFICACIÓN DE CONDICION CORPORAL

Primero observe el área pélvica de lado. Revise la línea del hueso de la cadera al anca y al isqueón.

U	V
 <p>Si la línea forma una U cóncava o abierta considerar Condición Corporal= 3.25.</p>	 <p>Si la línea forma una V abierta entonces la Condición Corporal será = a 3.0.</p>
 <p>A) Si los ligamentos del sacro y de la fosa son visibles la Condición Corporal= 3.25.</p>	 <p>B) Si el área del hueso de la cadera es angular la Condición Corporal = 2.75. Revise los isqueones. Si los esqueones se encuentran rellenos de grasa subcutánea la Condición Corporal = 2.75.</p>
 <p>C) Si el ligamento del sacro es casi no visible y el ligamento de la base de la cola es visible la Condición Corporal = 3.75.</p> <p>Si los ligamentos del sacro y de la base de la cola no son visibles la Condición Corporal = 4.0</p>	 <p>C) Si el área de los isqueones es angular la Condición Corporal &lt; 2.75. Si se palpa una almohadilla de grasa subcutánea en la punta de los isqueones la Condición Corporal= 2.50.</p>



D) Si la zona del anca es plana la Condición Corporal  $> 4.0$ . Si la punta de las costillas cortas es casi no visible la Condición Corporal = 4.25.

Si la zona del anca es plana y los isqueones están enterrados en la grasa subcutánea la Condición Corporal = 4.75. Si todos los huesos prominentes están cubiertos por grasa subcutánea la Condición Corporal = 5.0



D) Si no se palpa una almohadilla de grasa subcutánea en los isqueones la Condición Corporal  $< 2.50$ . Revise las costillas cortas. Busque por corrugaciones a lo largo de la zona superior de las costillas cortas, que se observan por carencia de tejido graso subcutáneo. Si las corrugaciones son visibles desde la mitad de las costillas cortas, de la punta inferior de las costillas hacia la vértebra, la Condición Corporal = 2.25.

Si las corrugaciones son visibles en  $3/4$  de las costillas cortas, de la punta inferior de las costillas hacia la vértebra, la Condición Corporal = 2.0. Si el anca es prominente y los huesos de la columna vertebral son visibles en forma de serrucho la Condición Corporal  $< 2.0$ .



## ANEXO 16. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO UREICO EN SANGRE

(LABTEST DIAGNOSTICA. 2000.)

### Fundamento:

La urea es hidrolizada por la ureasa a iones amoniacos y CO<sub>2</sub>. Los iones amoniacos reaccionan en el pH alcalino con salicilato e hipocloruro de sodio, bajo la acción catalizadora del nitroprusiato de sodio, para formar azul de indofenol.

La intensidad del color formado es proporcional a la cantidad de urea en la muestra.

### Equipo:

- Baño de maría.
- Fotómetro entre 580 a 620 nm.
- Cronometro.
- Micropipetas.

### Materiales:

- Erlenmeyers.
- Probetas graduadas.
- Beakers.

### Reactivos:

- Ureasa.
- Tampón.
- Oxidante.
- Patrón.

### Preparación de reactivos:

#### *Tampón de uso:*

Añadir el contenido del frasco que contiene el tampón (100ml) a 400ml de agua destilada o desionizada y mezclar. Estable por 12 meses en frasco ámbar entre 2 - 8 °C.

#### *Oxidante de uso:*

Añadir el contenido del frasco que contiene el oxidante (25ml) a 475ml de agua destilada o desionizada y mezclar. Estable por 12 meses en frasco plástico entre 2 - 8 °C.

#### *Ureasa tamponada:*

Añadir 1.0ml de ureasa a 20ml de tampón de uso.  
Estable por 21 días en frasco cristal ámbar entre 2 - 8 °C.

**Procedimiento:**

Disponer 3 tubos de ensayo y proceder como expuesto a continuación:

	Blanco	Prueba	Patrón
Muestra	-----	0.01ml	-----
Patrón	----	-----	0.01ml
Ureasa tamponada	1.0ml	1.0ml	1.0ml
Mezclar e incubar a 37 centígrado durante 5 minutos.			
	Blanco	Prueba	Patrón
Oxidante de uso	1.0ml	1.0ml	1.0ml

Mezclar e incubar a 37 centígrados durante 5 minutos. Determinar las absorbancias de la prueba y estándar en 600nm, ajustando a cero con el blanco. El color es estable por 2 horas.

**Cálculo:**

Factor = 70/Absorbancia estándar.

BUN = (absorbancia de la prueba X Factor)/ 2.14.

**ANEXO 17. FICHA DE REGISTRO DE EVENTOS Y PARAMETROS REPRODUCTIVOS.**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

EFFECTO DE LA PROTEINA CRUDA Y LA ENERGIA EN LA FERTILIDAD DE VACAS  
LECHERAS EN EL SALVADOR.

Finca: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hoja de eventos y parámetros reproductivos.

	Vaca	Part ant	Parto actual	# lact	1 serv	2 serv	3 sevr	IP	DA	IPPS	IPSC	SPC
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												

**ANEXO 18. BALANCE DE PROTEÍNA METABOLIZABLE.**

Ubicación.	Época	PM (gr/day) Requerida	PM (gr/day) Suplida	Balanceo PM	% del requerimiento	% PM en suplemento
Candelaria	Seca	2029	2288	259	112.76	58.17
	Lluviosa	1803	2018	214	111.92	73.98
Texistepeque	Seca	1516	1412	-104	93.47	46.24
	Lluviosa	1259	1323	65	105.08	49.66
Opico	Seca	1553	1579	26	107.67	54.97
	Lluviosa	1523	1716	193	112.67	49.36
Atiquizaya	Seca	1622	1950	328	120.22	71.28
	Lluviosa	1574	2270	697	144.22	66.18
Cangrejera	Seca	1600	1941	341	121.31	71.32
	Lluviosa	1480	1902	421	128.51	70.13
Izalco	Seca	2174	2547	373	117.15	52.49
	Lluviosa	2145	2688	542	125.31	45.68
Comalapa	Seca	1343	1446	103	107.66	64.38
	Lluviosa	1420	1754	334	123.52	63.40
Quezaltepeque	Seca	1859	2147	288	115.49	63.85
	Lluviosa	1726	2019	293	116.98	66.86

Simbología: PM= Proteína Metabolizable.

**ANEXO 19. ECUACIONES PARA LA ESTIMACIÓN DE ENERGÍA DIGESTIBLE A NIVEL DE MANTENIMIENTO.**

Fracción alimento - digestibilidad verdadera (Dv)
1a Proteína Bruta de Forrajes (Dv PBf) = $[(PB \times \exp^{(-0,012 \times ADCIP/PB)}] \times (5,6^{**}/100)$
1b Proteína bruta concentrados (Dv PBc) = $[(1 - (0,04 \times ADCIP/PB)) \times PB] \times (5,6^{**}/100)$
a. Carbohidratos no fibrosos (Dv CNF) = $[0,98 \times (100 - [(FND - NDICP) + PB + EE + \text{Cenizas}])] \times PAF \times (4,2^{**}/100)$
3a Ácidos grasos (Dv AG) = $AG \times (9,4^{**}/100)$
3b Extracto Etereo (Dv EE) = $(EE - 1) \times 9,4^{**}/100$
b. Fibra Neutro Detergente (Dv FND) = $[0,75 \times (FND - NDICP) - \text{Lignina}] \times (1 - (\text{lignina}/(FND - NDICP))^{0,667}) \times (4,2^{**}/100)$
<b>ED, Mcal/kg = [1a o 1b] + [2] + [3a o 3b] + [4] - 0,3</b>

\* Todos los datos de composición química se expresan como proporción de la materia materia seca . ADCIP = nitrógeno insoluble en solución ácido detergente x 6,25; NDICP = nitrógeno insoluble en solución neutro detergente x 6,25; PAF = factor de corrección por procesamiento de alimento . \*\* Calor de combustión de los nutrientes (Mcal/kg).

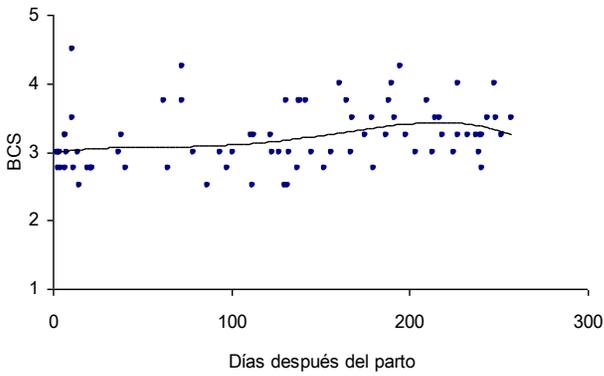
Las ecuaciones siguientes son utilizadas para convertir ED a nivel de mantenimiento a ED, EM y EN<sub>L</sub> a nivel de producción (ED<sub>p</sub>, EM<sub>p</sub>, EN<sub>Lp</sub>):

$$ED_p \text{ Mcal/kg} = ED \times \text{factor corrección}$$

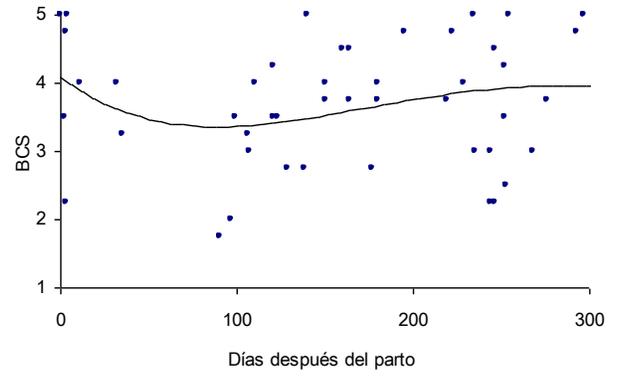
$$EM_p \text{ Mcal/kg} = (1,01 \times ED_p - 0,45) + (0,0046 \times (EE - 3))$$

$$EN_{Lp} \text{ Mcal/kg} = (0,703 \times EM_p - 0,19) + \{[(0,097 \times EM_p + 0,19/0,97) \times (EE - 3)]\}$$

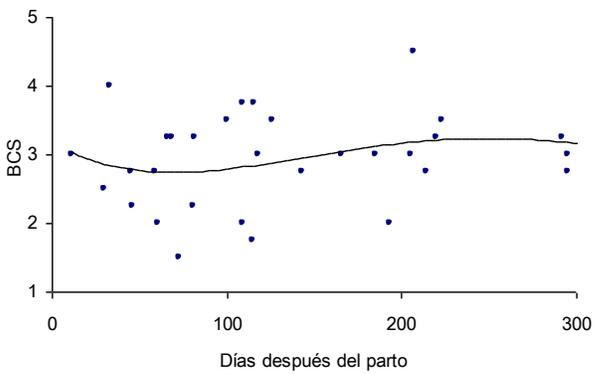
**ANEXO 20 CAMBIO EN LA CONDICIÓN CORPORAL (CC) DE LAS VACAS EN LAS LECHERÍAS ESTUDIADAS, PARA LAS DOS ÉPOCAS.**



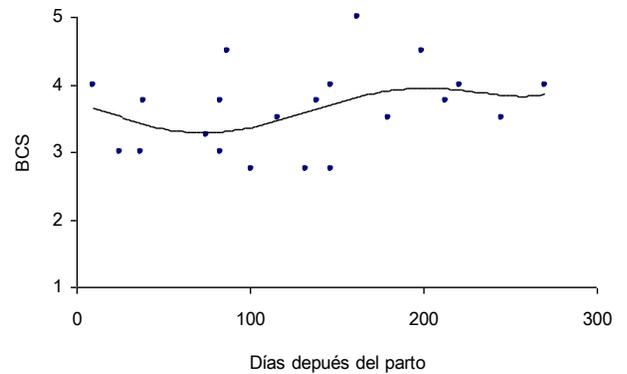
**Candalaria**



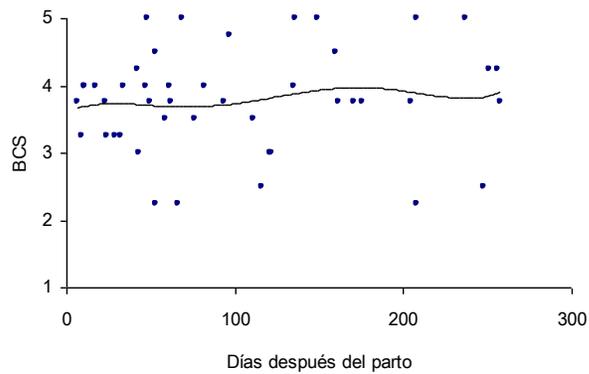
**Texistepeque**



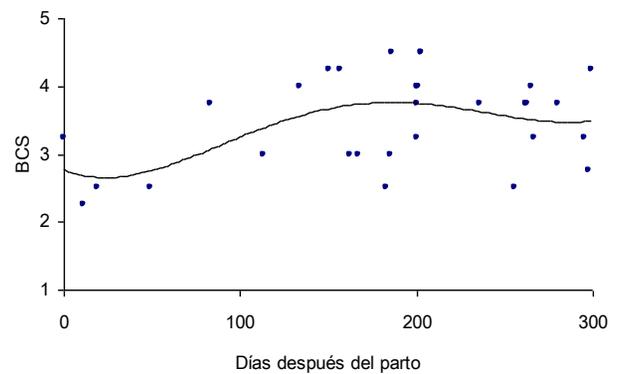
**Opico**



**Cangrejera**



**Atiquizaya**



**Comalapa**

## INDICE

### CONTENIDO

RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	vii
DEDICATORIA	viii
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xvi
INDICE DE ANEXOS	xvii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO. ....</b>	<b>20</b>
2.2.1 El ciclo productivo de la vaca lechera.....	20
2.2.2 El ciclo reproductivo de la vaca lechera. ....	21
2.2.3 Importancia de un buen desempeño reproductivo. ....	24
2.2.4 Indicadores del desempeño reproductivo.....	24
2.2.5 Factores que influyen en el desempeño reproductivo. ....	27
2.2.5.1 El ambiente.....	27
2.2.5.2 El manejo.....	28
2.2.5.3 Selección genética. ....	29
2.2.5.4 Salud. ....	30
2.2.5.5 Alimentación.....	36
2.2.5.6. Los Excesos de los Nutrientes. ....	37
<b>2.3. NUTRICIÓN Y REPRODUCCIÓN.....</b>	<b>39</b>
2.3.1. Proteína.....	39
2.3.1.1. Transformación de la proteína en el rumen.....	40
2.3.1.2. Metabolismo en el Hígado y Reciclaje de Urea.....	40
2.3.1.4. Proteínas y Nitrógeno no Proteico en la Ración de las Vacas Lecheras. ....	41
2.3.1.5. El Rol de la Proteína en la Fertilidad. ....	42
2.3.1.6 Efectos de los Excesos de Proteína. ....	44
Eje ovario-hipófisis: .....	45
Efectos en el ambiente uterino y en el embrión: .....	45
2.3.1.7 Urea y Reproducción.....	46
2.3.2. Energía.....	50
2.3.2.1 Balance Energético y Fertilidad.....	50
2.3.2.2 Energía y Producción de Leche. ....	51

2.3.2.3 Medida de la Condición Corporal.....	52
2.3.2.4 Efectos del Balance Energético Negativo en el Hígado.....	54
<b>2.4. ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LAS RACIONES.....</b>	<b>54</b>
2.4.1 Grupos ALimenticios.....	55
2.4.1.1 Forrajes.....	55
2.4.1.2 Concentrados.....	56
2.4.1.3 Minerales y Vitaminas.....	56
2.4.2 Evaluación Biológica de los Alimentos.....	59
2.4.2.1 Pruebas de Digestibilidad.....	59
2.4.2.2 Pruebas de Rendimiento.....	59
2.4.3 Análisis Químico de los Alimentos.....	59
2.4.3.1 Análisis Proximal.....	60
2.4.3.2 Componentes de la Pared Celular por el Método de Van Soest.....	62
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>64</b>
3.1 UBICACIÓN.....	64
3.2 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
3.3 UNIDADES EXPERIMENTALES.....	65
3.4 EVALUACIÓN NUTRICIONAL.....	65
3.4.1 Registro de la Información.....	65
3.4.2 Muestreo de las Raciones.....	66
3.4.3 Análisis Químico.....	67
3.4.4 Evaluación de la Dieta.....	68
3.4.4.1 Balanceo de la Ración.....	68
3.4.4.2 Evaluación de los Costos de la Dieta.....	69
3.5 EVALUACIÓN DE CONDICIÓN CORPORAL (CC).....	69
3.6. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO UREICO EN SANGRE.....	69
3.7. EVALUACIÓN REPRODUCTIVA.....	70
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	70
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>70</b>
4.1 COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS DE LAS VACAS.....	70
4.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO DE ALIMENTOS.....	74
4.3 EVALUACIÓN DE LA DIETA.....	78
4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA DIETA.....	88
4.4 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO UREICO EN SANGRE.....	92
4.5 EVALUACIÓN REPRODUCTIVA.....	94
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>98</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>106</b>