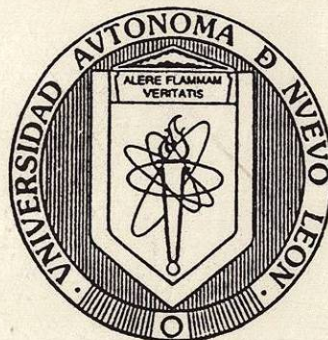


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS LECHERAS ALIMENTADAS  
CON CONCENTRADOS DE DIFERENTE COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE  
ACUERDO A SU ETAPA DE LACTANCIA**

**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:**  
**MARICELA GARZA RODRÍGUEZ**

**MARÍN, N.L.**

**JUNIO DE 1996**

T  
SF20  
G368  
c.1

0203  
068  
1



1080072025

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS LECHERAS ALIMENTADAS  
CON CONCENTRADOS DE DIFERENTE COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE  
ACUERDO A SU ETAPA DE LACTANCIA**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:  
MARICELA GARZA RODRÍGUEZ**

**MARÍN, N.L.**

**JUNIO DE 1996**

T  
SF203  
9368

040.636

FA4

1996

C.5



FONDO  
TESIS

(72025)



FONDO

TESIS LICENCIATURA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS LECHERAS ALIMENTADAS  
CON CONCENTRADOS DE DIFERENTE COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE  
ACUERDO A SU ETAPA DE LACTANCIA**

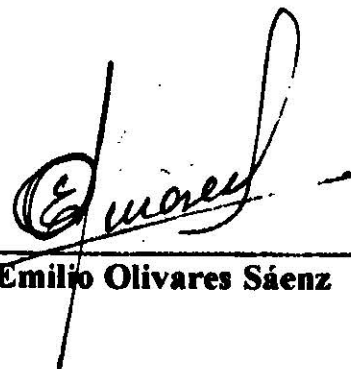
**TESIS**  
**REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE :**  
**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:**  
**MARICELA GARZA RODRÍGUEZ**

**COMISIÓN REVISORA**



**Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán**



**Ph.D. Emilio Olivares Sáenz**

## **DEDICATORIAS**

**A Dios:**

**Porque gracias a su amor infinito  
pude ver que las dificultades  
no eran imposibles de sortear,  
y que mis pequeños triunfos  
eran grandes a los ojos de El.**

**Gracias Señor,  
te agradezco todo lo que he pasado,  
te agradezco la luz del día y las tinieblas,  
porque sin las tinieblas,  
no podría apreciar lo bello de la luz.**

**Gracias te doy  
por darme la entereza necesaria  
para terminar mi formación profesional,  
por darme el valor  
de enfrentar las dificultades,  
por llenarme de tu amor infinito  
y hacerme partícipe de tu Plan Divino,  
gracias Señor porque eres bueno.**



## **AGRADECIMIENTOS**

**Dr. Sc. Agr. Hugo Bernal Barragán.**

**Ph. D. Emilio Olivares Sáenz.**

**Por su apoyo y por dedicarme su tiempo en la realización de este trabajo de tesis. Gracias por su ayuda incondicional en todo el proceso.**

**Al Campo de Zootecnia, Marín. de la FAUANL**

**Ing. Leonel Crespo Ruiz**

**Por su apoyo en el trabajo de campo**

**Al Establo Lechero de Marín N.L.**

**A todos los trabajadores, por su ayuda en la labor de campo**

**A la Planta de Alimentos de Marín, N.L.**

**Por la ayuda prestada en la elaboración de los alimentos.**

**Al Laboratorio de Bromatología**

**Por la ayuda y apoyo recibidos**

**A todos los Maestros de la FAUANL**

**Gracias por su apoyo a lo largo de toda la carrera.**

**A mis amigos de Licenciatura:**

**Dolores Gonzalez  
Verónica García  
Nora Cortéz  
Francisco Luna  
Homero Reyes  
Ruy Martínez  
Mario Ocón  
Adrián Moxica  
Isaías Galván  
Sergio González  
Martín Chapa**

**Rocío de la Garza  
Melinda González  
Lilliana Aguirre  
Alfonso Muñoz  
Alejandro Castañón  
Julio Candela  
Rodrigo Collado  
Luis Enrique González  
José Inés Bazán  
Emillo Cruz Prianti  
Gilberto Hernández**

**Por la sencilla y sincera amistad que siempre me brindaron. Gracias!.**

**A mis amigos de Graduados et al.**

**Ing. Agr. Ramón Rodríguez  
M.V.Z. David A. Villarreal  
M.V.Z. Horacio Solano  
Ma de los Dolores Ahedo  
M.V.Z. Francisco de Paula  
M.V.Z. Héctor Fimbres  
M.V.Z. Eddy Díaz**

**Por brindarme su incondicional ayuda en todo momento, por haber hecho más agradable los años de mi carrera. En recuerdo de los días felices ☺ que compartimos.**

**Besos, nunca los borraré de mis recuerdos!.**

**A mis padres:**

**Pedro Garza Garza †**

**Candelaria Rodríguez V. de Garza.**

**En una forma muy especial, con mucho cariño y respeto dedico mi tesis profesional a la memoria de mi padre, ya que teniéndolo presente en mi pensamiento me fortaleció a seguir el camino de mi formación profesional, y a mi madre, ya que en una forma desinteresada me brindó todo su apoyo y comprensión.**

**Gracias mami!?**

**A mis hermanos:**

**Armando**

**Héctor**

**Efraín**

**Eloy**

**Pedro Damían**

**Agradeciéndoles todo el apoyo y cariño que recibí de todos y cada uno de ustedes. A todos por igual les dedico mi tesis, con amor y cariño!?**

**A mis futuros sobrinos:**

**Porque lleguen a ser la alegría de la casa, y esperándo que algún día lleguen a leer este trabajo, y sepan que un pedacito de ellos está en cada línea.**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Antecedentes estadísticos de la producción lechera</b>	<b>2</b>
<b>2.1.1 Producción de leche en México</b>	<b>2</b>
<b>2.1.2 Producción de leche en Nuevo León</b>	<b>3</b>
<b>2.1.3 Situación actual del abastecimiento de leche en México</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Aspectos importantes en la alimentación de vacas lecheras</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Consumo de alimento</b>	<b>6</b>
<b>2.3.1 Efectos del peso corporal sobre el consumo de alimento</b>	<b>6</b>
<b>2.3.2 Consumo voluntario durante la lactancia</b>	<b>6</b>
<b>2.3.3 Calidad del forraje y consumo voluntario</b>	<b>7</b>
<b>2.3.4 Influencia del consumo de concentrado sobre el consumo de forraje</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Fuentes y requerimientos de nutrimentos para vacas lecheras</b>	<b>10</b>
<b>2.4.1 Fuentes de fibra</b>	<b>10</b>
<b>2.4.2 Requerimientos de fibra para vacas lecheras</b>	<b>11</b>
<b>2.4.3 Fuentes de energía</b>	<b>12</b>
<b>2.4.4 Requerimientos energéticos de vacas lecheras</b>	<b>15</b>
<b>2.4.5 Fuentes de proteína</b>	<b>16</b>
<b>2.4.6 Requerimientos de proteína de vacas lecheras</b>	<b>17</b>

<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Lugar de realización del experimento</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Descripción de los animales evaluados en el experimento y del sistema de ordeño</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Definición de las diferentes fases de la lactancia</b>	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>Descripción del forraje ofrecido a los animales</b>	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Composición de los concentrados para los diferentes tratamientos</b>	<b>20</b>
<b>3.6</b>	<b>Cálculo de asignación de concentrado para cada vaca</b>	<b>21</b>
<b>3.7</b>	<b>Rutina de ofrecimiento de concentrado</b>	<b>23</b>
<b>3.8</b>	<b>Registro de producción de leche</b>	<b>23</b>
<b>3.9</b>	<b>Registro de contenido de grasa de la leche</b>	<b>23</b>
<b>3.10</b>	<b>Cálculo del parámetro de eficiencia de producción lechera por concentrado (EPLC)</b>	<b>24</b>
<b>3.11</b>	<b>Registro del peso corporal</b>	<b>25</b>
<b>3.12</b>	<b>Análisis estadístico</b>	<b>25</b>
<b>3.13</b>	<b>Análisis económico</b>	<b>26</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Producción de la leche de vacas lactantes</b>	<b>27</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Vacas de la fase 1</b>	<b>27</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Vacas de la fase 2</b>	<b>28</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Vacas de la fase 3</b>	<b>30</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Vacas de la fase 4</b>	<b>32</b>

<b>4.2</b>	<b>Consumo de alimento de vacas lecheras</b>	<b>32</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Vacas de la fase 1</b>	<b>32</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Vacas de la fase 2</b>	<b>33</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Vacas de la fase 3</b>	<b>36</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Vacas de la fase 4</b>	<b>36</b>
<b>4.3</b>	<b>Conversión de alimento concentrado a leche</b>	<b>38</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Vacas de la fase 1</b>	<b>38</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Vacas de la fase 2</b>	<b>39</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Vacas de la fase 3</b>	<b>41</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Vacas de la fase 4</b>	<b>41</b>
<b>4.4</b>	<b>Calidad de la leche (contenido de grasa)</b>	<b>43</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Vacas de la fase 1</b>	<b>44</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Vacas de la fase 2</b>	<b>44</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Vacas de la fase 3</b>	<b>45</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Vacas de la fase 4</b>	<b>46</b>
<b>4.5</b>	<b>Peso corporal en vacas lecheras</b>	<b>48</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Vacas de la fase 1</b>	<b>48</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Vacas de la fase 2</b>	<b>48</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Vacas de la fase 3</b>	<b>50</b>
<b>4.5.4</b>	<b>Vacas de la fase 4</b>	<b>51</b>

<b>4.6</b>	<b>Análisis económico</b>	<b>53</b>
<b>4.6.1</b>	<b>Fase 1 de la lactancia</b>	<b>53</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Fase 2 de la lactancia</b>	<b>53</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Fase 3 de la lactancia</b>	<b>54</b>
<b>4.6.4</b>	<b>Fase 4 de la lactancia</b>	<b>55</b>
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>56</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>59</b>
<b>7.</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>60</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>63</b>
	<b>APÉNDICE</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro 1.- Producción lechera (miles de litros) en el país y en los estados con mayor producción (INEGI, 1993)</b>	<b>3</b>
<b>Cuadro 2.- Producción lechera (miles de litros) en Nuevo León, y en los municipios con mayor producción (INEGI, 1994)</b>	<b>4</b>
<b>Cuadro 3.- Composición (kg/ton) y contenido calculado de nutrientes (base tal como ofrecido) de los concentrados utilizados</b>	<b>22</b>
<b>Cuadro 4.- Producción de leche. Vacas en la fase 1 y 2 (0-20 semanas de la lactancia)</b>	<b>29</b>
<b>Cuadro 5.- Producción de leche. Vacas en las fases 3 y 4 la lactancia (semana 20 hasta el secado aprox. a las 45 semanas).</b>	<b>31</b>
<b>Cuadro 6.- Consumo de concentrado. Vacas en las fase 1 y 2 (0-20 semanas de lactancia)</b>	<b>35</b>
<b>Cuadro 7.- Consumo de concentrado. Vacas en la fase 3 y 4 de la lactancia (semana 20 hasta el secado aprox. a la 45 semanas de lactancia)</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 8.- Conversión de alimento concentrado a leche (EPLC). Vacas en las fases 1 y 2 ( 0-20 semanas de lactancia)</b>	<b>40</b>
<b>Cuadro 9.- Conversión de alimento concentrado a leche (EPLC). Vacas de la fase 3 y 4 (semana 20 hasta el secado aprox. a la semana 45 de la lactancia)</b>	<b>42</b>



<b>Cuadro 10.- Contenido (%) de grasa en la leche. Vacas en la fase 1 y 2 (0-20 semanas de lactancia)</b>	<b>45</b>
<b>Cuadro 11.-Contenido (%) de grasa en la leche. Vacas en la fase 3 y 4 (semana 20 hasta el secado aprox. a la semana 45 de la lactancia)</b>	<b>47</b>
<b>Cuadro 12.-Peso corporal (kg). Vacas en la fase 1 y 2 (0-20 semanas de lactancia)</b>	<b>50</b>
<b>Cuadro 13.-Peso corporal (kg). Vacas de la fase 3 y 4 (semana 20 hasta el secado aprox. a la semana 45 de la lactancia)</b>	<b>52</b>
<b>Cuadro 14.- Análisis de rentabilidad económica de la producción lechera en vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4fases de la lactancia.</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1.- Producción promedio de leche (kg/día) calculado en base a 6 registros quincenales de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de 4 fases de la lactancia</b>	<b>28</b>
<b>Figura 2.- Consumo de alimento promedio (kg/día) calculado en base a 6 registros quincenales de vacas Hostein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia</b>	<b>34</b>
<b>Figura 3.- Conversión promedio de alimento (kg conc./ kg leche) calculado en base a 6 registros quincenales de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia</b>	<b>39</b>
<b>Figura 4.- Primedios del contenido de grasa de la leche (%) calculado en base a 4 registros mensuales de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia</b>	<b>43</b>
<b>Figura 5.- Promedio de peso corporal (kg) calculado en base a 4 registros mensuales de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia</b>	<b>49</b>
<b>Figura 6.- Costo y beneficio de producción lechera de vacas Holstein alimenradas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia</b>	<b>54</b>

## **1.- INTRODUCCIÓN**

La alimentación es uno de los principales problemas que preocupa a la población de nuestro país, ya que México tiene una tasa de crecimiento demográfica alta y la disponibilidad presente de alimentos básicos, en especial de aquellos que son fuente de proteína animal, como la leche, es limitada.

En México, la deficiencia en la producción de este alimento es de tal magnitud, que este país ocupa el primer lugar mundial en importación de leche.

Con el fin de lograr una producción alta y sostenida de leche, es necesario ofrecer a las vacas lecheras una adecuada atención en aspectos de genética, sanidad, manejo, nutrición y alimentación.

La alimentación afecta directa e inmediatamente la eficiencia de producción de leche. La organización de la alimentación del ganado vacuno lechero consiste en encontrar la combinación adecuada de los cuatro ingredientes principales que componen la dieta de la vaca lechera: agua, forraje, mezcla mineral, y concentrado lechero.

En el presente trabajo se evaluó el comportamiento productivo de vacas lecheras alimentadas con dos concentrados contrastantes en cada una de cuatro fases de lactancia definidas en este estudio.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Antecedentes estadísticos de la producción lechera**

#### **2.1.1 Producción de leche en México**

De acuerdo a los datos publicados por el INEGI en 1993, la producción total de leche en México alcanza los 6900 millones de litros por año (Cuadro 1). El estado con mayor producción de leche es Jalisco, ya que los cerca de 1200 millones de litros de leche ahí producidos, representan el 17% de la producción nacional (INEGI, 1993).

Otros estados con importantes producciones lecheras son Veracruz, Guanajuato, Chihuahua, México, Durango y Coahuila, cuyos niveles de producción anual oscilan entre 300 y 600 millones de litros de leche (Cuadro 1).

El estado de Nuevo León ocupa el lugar número 25 de las 32 entidades federativas de México, ya que su producción de aproximadamente 25 millones de litros de leche, representa el 0.36 % del total nacional (INEGI, 1993).

**Cuadro 1.- Producción lechera (miles de litros) en el país, y en los estados con mayor producción (INEGI, 1993)**

<b>Estados</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>
<b>Jalisco</b>	<b>1 120,400</b>	<b>1 183,659</b>	<b>1 220,779</b>
<b>Veracruz</b>	<b>549,468</b>	<b>597,219</b>	<b>644,160</b>
<b>Guanajuato</b>	<b>499,390</b>	<b>528,383</b>	<b>543,630</b>
<b>México</b>	<b>304,519</b>	<b>410,016</b>	<b>409,250</b>
<b>Chihuahua</b>	<b>467,431</b>	<b>545,982</b>	<b>510,370</b>
<b>Durango</b>	<b>343,947</b>	<b>347,112</b>	<b>376,140</b>
<b>Coahuila</b>	<b>325,724</b>	<b>392,896</b>	<b>407,153</b>
<b>Total Nacional</b>	<b>6 141,545</b>	<b>6 717,115</b>	<b>6 974,269</b>

### **2.1.2 Producción de leche en Nuevo León**

De acuerdo a los datos publicados por el INEGI en 1994, la población registrada de vacas productoras de leche en el estado de Nuevo León fue de 27,718 cabezas, y su producción de leche anual fue de 31,993 000 litros (Cuadro 2).

El municipio con mayor producción lechera en Nuevo León es Salinas Victoria, en donde 4,763 cabezas de ganado lechero produjeron 462,000 litros que representa el 14.4% del total estatal. Otros municipios con importante producción son Apodaca, Gral. Zuazua, Linares, Galeana, Pesquería, Dr. Arroyo, China y Aramberri. Su producción conjunta de 14,442,000 litros de leche, representa el 45.1% de la producción estatal, mientras que sus 10,392 cabezas representan el 37.5% de la población de ganado lechero reportada por el INEGI (1994) para el estado de Nuevo León

**Cuadro 2.- Producción lechera (miles de litros) en Nuevo León, y en lo municipios con mayor producción (INEGI, 1994)**

<b>MUNICIPIOS</b>	<b>Existencia (cabezas)</b>	<b>Miles de litros</b>
<b>Salinas Victoria</b>	<b>4763</b>	<b>4612</b>
<b>Apodaca</b>	<b>2199</b>	<b>3166</b>
<b>Gral. Zuazua</b>	<b>1536</b>	<b>2101</b>
<b>Linares</b>	<b>1447</b>	<b>1872</b>
<b>Galeana</b>	<b>1608</b>	<b>1810</b>
<b>Pesquería</b>	<b>1644</b>	<b>1561</b>
<b>Dr. Arroyo</b>	<b>909</b>	<b>1382</b>
<b>China</b>	<b>448</b>	<b>1344</b>
<b>Aramberri</b>	<b>601</b>	<b>1206</b>
<b>Total Estatal</b>	<b>27718</b>	<b>31993</b>

### **2.1.3 Situación actual del abastecimiento de leche en México**

De acuerdo a lo reportado por el INEGI (1993), el consumo de leche per-cápita de nuestro país es de 230 ml/día. En Alemania, el consumo promedio por habitante es de 785 ml/día, y en Estados Unidos, es de 920 ml/día. Esto indica la necesidad de mejorar las técnicas y prácticas de producción lechera en México, con el fin de mejorar el abastecimiento de leche a la población.

## **2.2 Aspectos importantes en la alimentación de vacas lecheras**

La alimentación de las vacas es un tema de interés para diversos investigadores. Aún y cuando los requerimientos nutricionales para mantenimiento, gestación y producción de leche han sido establecidos (NRC, 1989), la problemática a resolver consiste en encontrar la combinación adecuada de diferentes alimentos que proporcionen estos nutrientes a las vacas lecheras.

Investigaciones recientes han analizado el comportamiento productivo, reproductivo y de salud de vacas lecheras alimentadas con diferentes proporciones de concentrado: forraje en la ración (Feng et al , 1993; Sarwar et al , 1992). Así mismo se ha estudiado el efecto de la calidad diferencial de forraje (Aston et al., 1994; Cushanhan and Mayne, 1995), de la suplementación con grasa y proteína de sobrepaso (Sklan y Tinsky, 1993; Holter et al., 1993), así como de la composición del concentrado lechero (Aston et al., 1994) sobre la eficiencia de producción lechera.

La aportación de conocimientos de estos estudios ha sido importante para disponer de argumentos que permitan organizar la alimentación de vacas lecheras. Sin embargo, es necesario realizar estudios sobre sistemas de alimentación considerando las condiciones presentes en el lugar de producción. Este aspecto implica la necesidad de conocer los diferentes ingredientes y fuentes de nutrientes disponibles para la alimentación del ganado lechero.

## **2.3 Consumo de alimento**

### **2.3.1 Efectos del peso corporal sobre el consumo de alimento**

El consumo voluntario de alimento es un factor de gran importancia dentro de la producción lechera, ya que está estrechamente relacionado con la ingestión de nutrimentos que serán utilizados por el animal.

Yadava et al. (1973) y Grieve et al (1976) encontraron que el consumo de alimento está más estrechamente relacionado con el peso del cuerpo que con otras características.

Greenhalgh y McDonald (1978, citados por Broster y Swan, 1983) concluyeron que el consumo medio de materia seca por vaca de 600 kg de peso, con una producción total de 5,000 kg de leche durante la lactancia completa de 305 días, fue de 135 g de MS/kg<sup>0.75</sup>. El consumo total calculado fue de 16.4 kg de MS por día. Para animales de peso vivo comprendido entre 350 y 650 kg, existe esencialmente una relación lineal con un incremento en el consumo de 2.2 kg/100kg de incremento en el peso vivo.

### **2.3.2 Consumo voluntario durante la lactancia**

La meta de todos los programas de alimentación es adaptar las provisiones de alimento de un animal, tan exactamente como sea posible a los requerimientos reales, en el tiempo exacto.

El período más crítico para maximizar la producción de leche es en las primeras cinco a seis semanas de la lactancia, cuando generalmente ocurre el punto máximo de producción lechera (Harris y Smith., 1993). La dificultad para suministrar suficientes principios



nutritivos a las vacas en esta etapa se comprende sobre todo si se considera que el consumo de alimento alcanza su punto máximo después de la séptima u octava semana (Wagness y Muller, 1981). Para tratar de satisfacer los requerimientos de energía y de proteína para la producción de leche durante el inicio de la lactancia, la vaca moviliza entonces sus reservas de tejido corporal (Kawas, 1995).

De acuerdo a Flatt et al. (1969, citado por Broster y Swan, 1983), las vacas al inicio de la lactancia son capaces de producir una cantidad considerable de leche (hasta 59 % de la producción total) a partir del tejido corporal. Sin embargo, a menos que la nutrición esté equilibrada con la producción de leche, el rendimiento máximo puede ser sostenido con las reservas corporales solamente durante pocas semanas. La pérdida de peso en la etapa inicial de la lactancia no representa problemas, a menos que se torne excesiva y que no pueda ser recuperada posteriormente (Chandler, 1995).

### **2.3.3 Calidad del forraje y consumo voluntario**

Dado que normalmente constituye una alta proporción de la dieta de la vaca lechera, el forraje debe tener buena calidad nutricional. Aunado a la variación en contenido nutritivo del forraje de diferentes especies, el estado de madurez determina en gran medida su calidad (Pearson e Ison, 1987).

Generalmente, un avance en el estado de madurez de las leguminosas y las gramíneas, es acompañado de un aumento en la relación tallo:hoja, y por lo tanto, de un mayor contenido de polisacáridos estructurales en la planta. Esto trae consigo una reducción en el consumo, la digestibilidad y la velocidad de paso en el tracto digestivo. Esta reducción en la

digestibilidad esta asociado con: (1) un aumento en los carbohidratos estructurales y la lignificación y (2) una reducción en el total de carbohidratos no-estructurales (Weiss, 1993).

Kawas et al., (1983) reportaron que al alimentar vacas con alfalfa cosechada, ya sea en estado de pre-floración, inicio de floración, mitad de floración o floración completa, el consumo de materia seca digestible fue mayor para las raciones con heno de alfalfa en el estado de pre-floración.

En ese mismo estudio, la máxima producción de leche se obtuvo con raciones a base de alfalfa en los estados de pre-floración, y al inicio y mediados de la floración, con un 54% de concentrado en la ración. Para la alfalfa de floración completa, la máxima producción de leche se obtuvo con 71% de concentrado en la ración. Las vacas que consumieron alfalfa en estado de prefloración y 20% de concentrado, produjeron más leche que aquellas vacas que consumieron la alfalfa en el estado de floración completa y 71% de concentrado (Kawas et al., 1983).

Kaufmann (1976), sugiere que incrementando el número de ofrecimientos de alimento por día, no solamente aumenta el consumo, sino también se asegura un contenido de grasa láctea aceptable, debido a una tasa de fermentación ruminal uniforme. La distribución del alimento en más de dos comidas por día puede estimular el consumo de energía y mejorar la producción de leche (Kaufmann, 1976).

Según Sarwar et al., 1992, las vacas con acceso a pasto fresco utilizan menos tiempo consumiendo, que las vacas alimentadas con pasto ensilado.

Roger et al. (1979, citados por Cushnahan y Mayne, 1995) observaron una reducción del consumo de energía digestible en vacas lecheras lactantes al ser alimentadas con forraje

ensilado, respecto al consumo de forraje fresco, siendo el grado de esta depresión mayor durante los primeros 20 días después del ensilado.

#### **2.3.4 Influencia del consumo de concentrado sobre el consumo de forraje**

Para ganado lechero se ha analizado el efecto de la relación forraje:concentrado en la ración, sobre el consumo voluntario de forraje. En este caso, se presenta una disminución del consumo de forraje causada directamente por un consumo mayor de concentrado (Kirchgessner y Schwarz, 1984). Estos autores reportan una disminución muy marcada de consumo de forraje cuando el ofrecimiento de concentrado sobrepasa los 10 kg/día.

Campling y Murdoch (1966), observaron que la adición de hasta 6 kg/día de un concentrado lechero en una dieta de forraje *ad libitum*, ocasionó un pequeño aumento en el consumo de heno. Cantidades mayores de concentrado redujeron, sin embargo, el consumo de heno a razón de 0.2 a 0.4 kg MS por kg de concentrado.

La vaca de alta producción, por lo general consume un máximo de energía cuando la materia seca de la ración consiste de aproximadamente 45% de un forraje de buena calidad y 55% de concentrado (Kawas et al., 1983).

Si se aumenta la proporción de concentrado más allá de 60% del total de la materia seca de la ración, con el fin de satisfacer los requerimientos de energía de la vaca al inicio de la lactancia, se pueden presentar situaciones tales como reducción del consumo, acidosis, bajo contenido de grasa láctea, reducción de la digestibilidad del forraje, y probablemente un aumento en la incidencia de desplazamiento de abomaso (Clark y Davis, 1983).

Williams et al. (1995) reportaron que al agregar cultivo de levadura en el alimento, el consumo del materia seca de las vacas se incrementó en 1.2 kg/día, lo que a su vez, por lo tanto puede elevar la producción de leche.

## **2.4 Fuentes y requerimientos de nutrimentos para vacas lecheras**

### **2.4.1 Fuentes de fibras**

La fibra es esencial para mantener un alto consumo de alimento, funcionamiento apropiado del rumen de las vacas lactantes, así como para obtener un porcentaje normal de grasa en la leche (Sarwar et al., 1992). Como fuentes de fibra podemos considerar gramíneas y leguminosas, plantas enteras de maíz, nabo, raíces cultivadas y paja tratada.

La fibra debe presentar una estructura dentro del rumen, y la presencia de esta estructura fibrosa mantiene el rumen saludable y optimiza la eficiencia de la fermentación en el mismo (Chandler, 1991b).

Se ha demostrado que los niveles de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (ADF) están inversamente relacionados con la densidad energética de la dieta (Rohweder et al., 1978). Sin embargo, una reducción en el consumo de forraje (fibra cruda) trae como consecuencia una disminución de la actividad motora del rumen y de la salival, con lo que finalmente se puede producir una acidosis del rumen (Weiss, 1993).

Una ración con alta relación forraje:concentrado conduce al metabolismo microbiano del rumen a aumentar la relación ácido acético : ácido propiónico, con lo que se favorece la distribución de energía para la producción de leche. En cambio, incrementos en el nivel de

concentrado disminuyen la relación acetato + butirato : propionato del rumen, lo cual favorece la deposición de energía en tejido corporal (Sutton, 1976).

Según Sarwar et al. (1992), cuando el consumo de grano se incrementa a más del 50% de la dieta para elevar su densidad energética, la producción alta y rápida de ácidos de fermentación agotan la capacidad amortiguadora del rumen; reduciendo su pH, la digestión de la fibra, el contenido de grasa en la leche y tal vez, el consumo de materia seca. Estos problemas, sin embargo, son evitados al incluir una proporción adecuada de fibra neutro detergente (NDF) y de carbohidratos no estructurales (NCS) en la dieta.

El valor del forraje es afectado obviamente por factores como la cantidad de fibra (NDF y ADF). Sin embargo, también influye el largo o medida de la partícula. Los forrajes cortados finamente y los productos de cereal alto en NDF no estimulan la salivación y la rumia como lo hace el forraje picado toscamente (Weiss, 1993). Un largo mínimo de partícula de 0.6 a 0.8 cm ha sido propuesto para mantener la calidad de la fibra del forraje (Schwab et al, 1993)

En el sistema de dieta completa, los forrajes son picados al momento de la cosecha, lo cual deja partículas de forraje en una longitud de 10-20 mm. Es necesario picar el heno para alcanzar un tamaño de partícula similar y cortar o picar las raíces para alcanzar tamaños de 3-4 cm de diámetro. (Broster y Swan., 1983)

#### **2.4.2 Requerimientos de fibra para vacas lecheras**

Con el fin de ofrecer una ración adecuada es necesario proporcionar un 14% de fibra cruda estructural en raciones de vacas lecheras. Valores menores de 9.5% en la materia seca

conducen a desórdenes de tipo digestivo. Un contenido de fibra de 18% en la materia seca consumida ( $\frac{2}{3}$  de los cuales deben ser estructurales), es considerado óptimo, para asegurar un alto contenido de grasa en la leche (Brade, 1992). De acuerdo al NRC (1989), al menos 75% de NDF de las dietas lecheras deben provenir del forraje.

El NRC (1989) recomienda un mínimo de 21% de ADF y un 28% de NDF para vacas durante las primeras tres semanas de lactancia, aunque para el pico de la lactancia, se pueden aceptar niveles bajos de fibra (15% FC, 19% ADF, 25% NDF).

### **2.4.3 Fuentes de energía**

Generalmente se consideran como fuentes energéticas primarias para rumiantes de alto potencial de producción, el almidón, azúcares y otros carbohidratos de reserva con un bajo contenido de fibra (Allen y Knowlton, 1995).

Los granos son ingredientes energéticos, con un contenido alto de almidón (alrededor del 66%). Los granos más comunes utilizados en los concentrados lecheros son cereales como el sorgo, maíz, avena, trigo, centeno. El consumo de grano sin embargo, no debe ser superior al 60% del consumo de materia seca total, con el fin de evitar disturbios digestivos, así como reducción del consumo voluntario y reducción del contenido de grasa en la leche (Erdman, 1988; Woodford y Murphy, 1987).

Tyrrell et al (1973) reportaron un experimento en el que la energía de la ración a base de maíz (grano) fue sustituida por la misma cantidad de energía proveniente de un alimento fibroso, la pulpa de remolacha. Los investigadores concluyeron que la energía neta del alimento resultante se utilizó en menor proporción para depositarse en tejido corporal, y se encaminó más hacia la producción de leche.

Según Petit y Tremblay (1995), no existen diferencias en la producción lechera en las semanas 4 a 15 de la lactancia al formular el alimento, ya sea con cebada, avena y harina de soya, o bien, con pulpa de remolacha y harina de soya, o con pulpa de remolacha y harina de pescado. Sin embargo, el contenido de grasa de la leche fue mayor para las vacas alimentadas con raciones que incluían pulpa de remolacha.

La melaza es una fuente de energética de rápida fermentación en el rumen. Es un producto muy rico en azúcares, sobre todo sacarosa y azúcares reductores, así como en minerales, a excepción de fósforo (Close y Menke, 1986).

Friggens et al. (1995) realizaron una prueba de concentrados con tres diferentes fuentes de carbohidratos (azúcar de remolacha, grano y una mezcla de ambas en una relación 50 : 50), ofrecida en tres niveles: alto, medio y bajo, (11.9, 10.4, 8.9 kg. de MS/día, respectivamente). Los resultados obtenidos indican que el tipo de concentrado no afecta la producción lechera ni su porcentaje de grasa. Sin embargo, al aumentar la cantidad de concentrado en la dieta, se observó un aumento lineal de la producción de leche de 13.1 a 15.9 kg/día y una disminución en el contenido de grasa de 4.1 a 3.9 % de la misma.

La sustitución de cereales por fuentes solubles de carbohidratos, tales como el suero, la lactosa y la melaza, han demostrado prevenir o reducir la depresión del contenido de grasa de la leche en los rebaños altamente productores (Schwab et al, 1993).

Además de los granos y la melaza, la grasa es una fuente energética concentrada, ya que contiene 2.25 veces la cantidad de energía de los carbohidratos (Chandler., 1991b).

Las dietas para vacas lecheras altas productoras pueden contener hasta 25% de energía a partir de grasa. Es recomendable que la mitad de la grasa contenida en la ración provenga

de ingredientes tales como el forraje y grano, mientras que el resto puede provenir de ingredientes tales como sebo, productos especiales en grasa, y/o grasa de sobrepaso (Chandler, 1991b).

La grasa suplementaria es normalmente utilizada para aumentar la densidad energética de la ración sin disminuir el contenido de fibra, y así aumentar el consumo de energía y la producción de leche (Coppock y Wilks, 1991).

Coppock y Wilks (1991), mencionan que la suplementación de vacas lecheras con una cantidad moderada de grasa en la ración, tiende a aumentar el contenido de grasa en la leche, sin embargo, el contenido de proteína láctea es reducida. Una explicación a ello estriba en que la grasa representa energía no disponible para la fermentación ruminal y que por lo tanto, no estimula el crecimiento de bacterias ruminales (Chandler, 1991b), lo cual conduce a una menor síntesis de proteína microbiana, que sirve como fuente de aminoácidos para la síntesis de proteína de la leche.

Maiga et al (1995), reportaron que al ofrecer dietas con 2% de grasa, se obtuvieron producciones de leche y grasa mayores que las de las vacas alimentadas sin grasa suplementaria.

Harris y Smith. (1993), reportaron que complementando las dietas de alfalfa con sebo de res, se incrementó la producción de leche en 6.6% sin cambiar su contenido de grasa. Sin embargo, al incluir ensilado de maíz como fuente de forraje, el promedio de cinco estudios mostró un incremento en la producción diaria de leche por vaca de 27.7 a 28.8 kg (1.8%), mientras que el contenido de grasa en la leche disminuyó de 3.53 a 3.36%.



#### **2.4.4 Requerimientos energéticos de vacas lecheras**

Para obtener una óptima fermentación del rumen, es necesario ofrecer a los rumiantes una adecuada fuente de energía fermentable balanceada entre varias fracciones de carbohidratos, que generalmente están definidos como estructurales y no estructurales. La relación entre ellos debe ser adecuada, de manera que la fermentación se lleve a cabo a una tasa rápida, con una producción equilibrada de ácidos grasos volátiles. (Sarwar et al., 1992).

El requerimiento de energía para la producción de un kg de leche depende, en gran parte, de su contenido energético. El cual puede ser calculado a partir de su composición química, como a continuación se describe:

$$\text{Energía en leche (kJ/kg)} = 24 \times (\text{g de proteína}) + 39 \times (\text{g de grasa}) + 17 \times (\text{g de lactosa})$$

Según Brade (1992), el requerimiento energético para producir un kg de leche con 4% de grasa y 12.8 % de materia seca, oscila alrededor de 3.17 MJ de ENL (0.76 Mcal ENL).

La vacas altas productoras, por ejemplo aquellas que producen 9,080 kg de leche en una lactancia, (promedio de 29.9 kg de leche/día) muestran generalmente una producción en el pico de la lactancia que excede los 40.86 kg de leche diarios. Para ello, requieren un consumo de energía diario de 40 Mcal de energía neta de la lactancia (ENL), lo que implica un consumo total de alimento que exceda los 22.7 Kg de materia seca/día (Chandler, 1991b). En este caso, la densidad energética de la ración para vacas altas productoras deberá estar entre 1.5 y 1.75 Mcal de ENL por kg de materia seca (NRC, 1989)

### **2.4.5 Fuentes de proteína**

Las fuentes de proteína utilizadas en la alimentación de ganado lechero pueden ser de origen vegetal, animal o de nitrógeno no proteico. De ellas, las de origen animal son menos empleadas debido a su alto costo.

Petit y Tremblay (1995), reportaron que al utilizar harina de soya y harina de pescado como fuentes de proteína, se obtuvieron producciones de leche, porcentajes de grasa y de peso vivo similar para las vacas de los diferentes tratamientos.

Una cantidad suficiente de proteína en el concentrado es muy importante en el suministro proteico total de la vaca lechera. Un forraje con alto contenido de proteína reduce la necesidad de proteína en el concentrado.

Uno de los factores necesarios para lograr una adecuada fermentación del alimento en el rumen, es un suministro adecuado de proteína soluble, fácilmente degradable. La función de esta fracción proteica es la de proveer suficientes compuestos nitrogenados que permitan el mantenimiento del crecimiento microbiano ruminal (Chandler, 1991b).

Sin embargo, es necesario prestar atención al hecho de no incluir excedentes de proteína fácilmente degradable en la ración. La pérdida de proteína en forma de amoniaco a partir de la fermentación ruminal, resulta en insuficiencia alimenticia, debido a la energía necesaria para su detoxificación por medio de su transformación a urea en el hígado. Si esta condición es llevada al extremo, se afecta seriamente la salud y el comportamiento productivo del animal (Chandler, 1991b).

La producción de la proteína microbiana está estrechamente relacionada con la cantidad presente de los carbohidratos en el rumen y su tasa de fermentación (Rohr et al., 1986),

pero si las concentraciones de nitrógeno en el rumen no son adecuadas, la eficiencia y la producción microbiana pueden ser reducidas (Harris y Smith, 1993).

La proteína metabolizable para el animal, absorbida en el intestino delgado hacia el torrente sanguíneo, resulta de la digestión de la proteína microbiana, y de las proteínas no degradables en el rumen, que habían sido consumidas en el alimento.

#### **2.4.6 Requerimientos de proteína de vacas lecheras**

La ración de vacas lecheras debe contener un mínimo de proteína de entre 12 y 13 %, con el fin de garantizar un crecimiento microbiano adecuado en el rumen. Para esto, el 45 - 50 % de la proteína total debe ser fácilmente degradable en el rumen (Chandler, 1991b). La proteína de origen microbiano puede proporcionar de 60-65% de la proteína metabolizable requerida por la vaca, sobre todo si la producción lechera no es muy alta.

El NRC (1989) llama asimismo la atención en la necesidad de suplementar proteína adicional en la lactancia temprana. La cantidad de proteína dietaria ahí sugerida, varía desde un mínimo de 12% (en base a materia seca del alimento) para vacas de baja producción, hasta un máximo de 19% durante las primeras tres semanas de lactancia y posteriormente de 18% de proteína para vacas de alta producción. Del total de proteína, se recomienda que entre el 34 y 40 % sea proteína no degradable en el rumen. La proteína restante, entre 60 y 66%, será utilizada en el rumen para la producción de proteína microbiana (Harris y Smith., 1993).

El aporte proteico a las vacas lecheras es importante, porque dentro del rango aceptado normalmente, se tienen evidencias de que cuando se dan dietas con diferentes cantidades de

proteína a vacas al inicio de la lactancia, la producción de leche y el contenido de grasa son mayores con dietas que proveen las mayores cantidades de proteína (Ørskov, et al., 1977).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar de realización del experimento**

El trabajo se realizó en el establo lechero del Campo Experimental de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, situada en el km 17 de la carretera Zuazua-Marín, a una altura de 367.5 mts sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son 25° 53' latitud norte y 100° 03' latitud oeste. El clima predominante en la región es semiárido, con una temperatura promedio anual de 21° C

#### **3.2 Descripción de los animales evaluados en el experimento y del sistema de ordeño**

Los animales utilizados en el experimento fueron vacas Holstein en producción de 1 a 6 partos (2.5 a los 8 años de edad). De acuerdo a la fecha de su último parto, las vacas se asignaron a alguna de las cuatro etapas en que se divide la lactancia (las primeras 3 fases, de 10 semanas de duración cada una). En cada una de las 4 fases de la lactancia se evaluó el comportamiento productivo de las vacas alimentadas, ya sea con un concentrado control igual para las 4 fases de lactancia, o bien con alguno de los 3 concentrados experimentales formulados (uno para las fases 1 y 2 de la lactancia, y otros dos para las fases 3 y 4, respectivamente).

Para facilitar la identificación de los animales al proporcionarles el concentrado, se colocaron collares con colores correspondientes a su tratamiento. Las cantidades y el tipo de concentrado a proporcionar para cada animal se anotaban en una pizarra, fácilmente visible para el ordeñador (asignación de concentrado 2 veces al día, en la sala de ordeño).

Durante los tres meses que duró el experimento, se incluyeron en la evaluación las vacas que durante este tiempo tuvieron su parto. Asimismo, se llevaron a cabo

reasignaciones de vacas a otras fases posteriores de la lactancia, de acuerdo a la fecha de parto.

El ordeño se realizó en forma mecánica, utilizando para ello máquinas de ordeño móviles, conectadas a tuberías de vacío, fijadas a lo largo de la sala de ordeño.

### **3.3 Definición de las diferentes fases de la lactancia**

Las fases de la lactancia en que se agruparon los animales fueron:

Fase 1.- Las primeras 10 semanas postparto.

Fase 2.- Semanas 10 a 20 de lactancia.

Fase 3.- Semanas 20 a 30 de la lactancia.

Fase 4.- Semanas 30 de la lactancia hasta el secado, aproximadamente a la semana 45.

### **3.4 Descripción del forraje ofrecido a los animales**

El forraje fue ofrecido a libre acceso en los comederos localizados al frente de los corrales. El forraje disponible consistió en silo de sorgo de buena calidad.

### **3.5 Composición de los concentrados para los diferentes tratamientos**

Para cada fase de la lactancia se comparó el comportamiento productivo obtenido, tanto con un concentrado control, así como con un concentrado experimental de diferente composición química, de acuerdo a los requerimientos nutricionales de cada etapa de la lactancia.

En la 1era y 2<sup>da</sup> fase de la lactancia se comparó el comportamiento productivo obtenido con el concentrado control, o con un concentrado experimental de alta densidad de nutrientes (cuadro 3).

En la 3<sup>era</sup> fase se comparó con el concentrado control, uno experimental de similar contenido de nutrientes, pero que incluía entre sus ingredientes, fuentes adicionales de proteína y grasa de sobrepaso.

En la 4<sup>ta</sup> fase, el concentrado experimental fue formulado para contener menor densidad de energía, proteína y grasa, que el concentrado control (cuadro 3).

### **3.6 Rutina de ofrecimiento de concentrado**

Durante el período de adaptación de 15 días previo al experimento, se ofreció a las vacas el 50% del alimento concentrado que se utilizaba en el establo (control) y el 50% restante del alimento que se utilizaría en el tratamiento. Después de este período de adaptación, se le proporcionó a cada vaca el total del concentrado que le correspondía de acuerdo su producción.

El concentrado se proporcionaba dos veces al día a la hora del ordeño en forma individual a cada vaca.

Las vacas se agrupaban en los corrales del establo, siendo identificadas con listones de colores para evitar confundir los tratamientos correspondientes a cada una de ellas.

**Cuadro 3.-Composición (kg/día) y contenido calculado de nutrientes (base tal como ofrecido) de los concentrados utilizados.**

INGREDIENTES	Concentrado	Concentrados experimentales		
	Control	Fase 1 y 2	Fase 3	Fase 4
Sorgo 9%	536	511	576	607
Salvado de trigo	150	100	150	150
Alfalfa achicalada	50	50	50	50
Harina de soya	152	127	55	95
Gluten de maíz 60%	—	40	25	—
H. de sangre	—	30	30	—
Sebo de res	15	—	—	—
Golden flakes	—	40	15	—
Melaza	60	60	60	60
Fosfato monocálcico	3.2	10.4	4.6	4
Calcio 38%	11.8	11.6	12	12
Sal	5	5	5.4	5
Urea	10	7	10	10
Bicarbonato de sodio	5	5	5	5
Premezcla vit/min *	2	3	2	2
<b>CONTENIDO CALCULADO DE NUTRIENTES</b>				
ENL (Mcal/kg )	1.67	1.83	1.68	1.61
Proteína (%)	18.02	20.03	18.02	16.03
Grasa (%)	3.93	6.24	4.00	2.58
Calcio (%)	0.70	0.81	0.71	0.70
Fósforo (%)	0.50	0.60	0.50	0.50
Prot. sobrepasante (%)	5.44%	8.15%	7.15%	4.97%

\*La premezcla vitamínica y mineral utilizada contenía por kg lo siguiente: Znc, 10 g; Manganeso, 12.5 g; Hierro, 15.0 g; Cobre, 2.5 g; Yodo, 250 mg; Selenio, 12.5 mg; Cobalto, 50 mg; y Vitamina A 3,750,000 UI, Vitamina D 500,000 UI, Vitamina E,1,500 mg.



### **3.7 Cálculo de asignación de concentrado para cada vaca**

La asignación del concentrado se calculó en forma individual para cada vaca, tomando en cuenta su producción lechera registrada cada 15 días y considerando que el forraje consumido llenaba los requerimientos de mantenimiento, así como los de producción de 4 litros de leche. Para la producción restante, se asignó la cantidad del concentrado correspondiente que llenara los requerimientos nutricionales.

### **3.8 Registro de producción de leche**

El registro de producción de leche se realizó cada 15 días para cada vaca. La suma de los registros de la tarde y de la mañana dio como resultado el total de la producción lechera diaria.

### **3.9 Registro del contenido de grasa de la leche**

El análisis del contenido de la grasa en la leche se llevó a cabo mensualmente, de acuerdo a los siguientes procedimientos.

La toma de muestra se realizaba cada mes, cuando se registraba la producción de leche, en el ordeño de la mañana. Para esto, se mezclaba el contenido del cubo de leche y se tomaba la muestra en un vaso de vidrio, se procedía a taparla y a identificarla. Después de tomar todas las muestras, éstas se guardaban a una temperatura de 4°C, para evitar su descomposición, hasta la realización del análisis.

La determinación de contenido de grasa en la leche se realizó por el método Gerber. Los materiales ahí utilizados incluyen un butirómetro (con escala de 0 a 7 unidades de % de

grasa), tapón para butirómetros, punzón, pipeta volumétrica de 11 ml., ácido sulfúrico y alcohol amílico.

El análisis consiste en colocar en el butirómetro 10 ml. de ácido sulfúrico , 11 ml. de leche y 1 ml. de alcohol amílico, en ese orden y evitando que se mezclen las capas.

Después de tapar el butirómetro, se procede a agitarlo lentamente hasta mezclarlo completamente. Enseguida se coloca el butirómetro en una estufa a una temperatura de 65° C por 2 horas, cuidando que la tapa esté hacia abajo. Para leer el espesor de la capa de grasa en la parte superior de la escala del butirómetro, se empuja el tapón de caucho con el punzón metálico hasta que la grasa quede dentro de la escala, la cual marca de manera directa el porcentaje de la grasa de la leche.

### **3.10 Cálculo del parámetro de eficiencia de producción lechera para concentrado (EPLC)**

La eficiencia en la producción de leche en un establo se mejora al aumentar la cantidad de forraje de buena calidad en la dieta de los animales, y proporcionándoles, en cantidades limitadas, un alimento concentrado de buena calidad.

Con el objeto de evaluar la eficiencia de producción lechera de los diferentes tratamientos, se utilizó un índice (EPLC), que expresa la cantidad de concentrado ofrecido al animal, para que éste produzca un kilogramo de leche, y cuyo cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{EPLC} = \frac{\text{kg de concentrado consumido}}{\text{kg de leche producida}}$$

Así, entre menor sea la cantidad de concentrado y mayor la producción de leche, el EPLC disminuirá y la eficiencia será mayor.

### 3.11 Registro del peso corporal

El peso de los animales se registró mensualmente con el propósito de observar un posible efecto de los tratamientos sobre este parámetro.

Esto se realizó por la mañana, después de la hora del ordeño, en una báscula con capacidad de 1000 kg (división mínima 250 g), que había sido nivelada previamente.

### 3.12 Análisis estadístico

El modelo estadístico que se utilizó fue un diseño completamente al azar corregido por covarianza, donde se probaron dos tratamientos para cada una de las cuatro fases de la lactancia, con diferentes número de repeticiones en cada tratamiento.

#### Modelo estadístico:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta (\chi_{ij} - \chi_{...}) + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$  Son las observaciones de las variables bajo estudio correspondiente al  $i$ -ésimo tratamiento de la  $j$ -ésima observación

$\mu$  Es la media general

$\tau_i$  Es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta$  Es el efecto de la  $j$ -ésima observación

$\chi_{ij}$  Son las observaciones de la covariable

$\chi$  Es la media de todas las observaciones

$\epsilon_{ij}$  Es el error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

Las variables y covariables que se midieron son:

<b>VARIABLES</b>	<b>COVARIABLES</b>
<b>Producción lechera</b>	<b>Producción lechera inicial</b>
<b>Consumo de alimento concentrado</b>	
<b>Porcentaje de grasa láctea</b>	<b>Porcentaje inicial de grasa láctea</b>
<b>Peso corporal</b>	<b>Peso corporal inicial</b>

### 3.13 Análisis económico

Para comprobar el beneficio económico de los concentrados utilizados en las primeras dos fases de la lactancia, ya sea con el concentrado con alta densidad de nutrientes (20% de proteína), o con el concentrado control (18% de proteína) se utilizó una relación entre el costo del consumo de concentrado, y el valor de producción lechera.

Los parámetros utilizados en el análisis económico fueron:

<b>Precio unitario por litro de leche (\$/kg)</b>	<b>1.100</b>
<b>Precio de concentrado control (\$/kg)</b>	<b>0.893</b>
<b>Precio de concentrado experimental fase 1 y 2 (\$/kg)</b>	<b>1.188</b>
<b>Precio del concentrado experimental fase 3 (\$/kg)</b>	<b>0.942</b>
<b>Precio del concentrado experimental fase 4 (\$/kg)</b>	<b>0.804</b>

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Producción de leche de vacas lactantes**

#### **4.1.1 Vacas de la fase I**

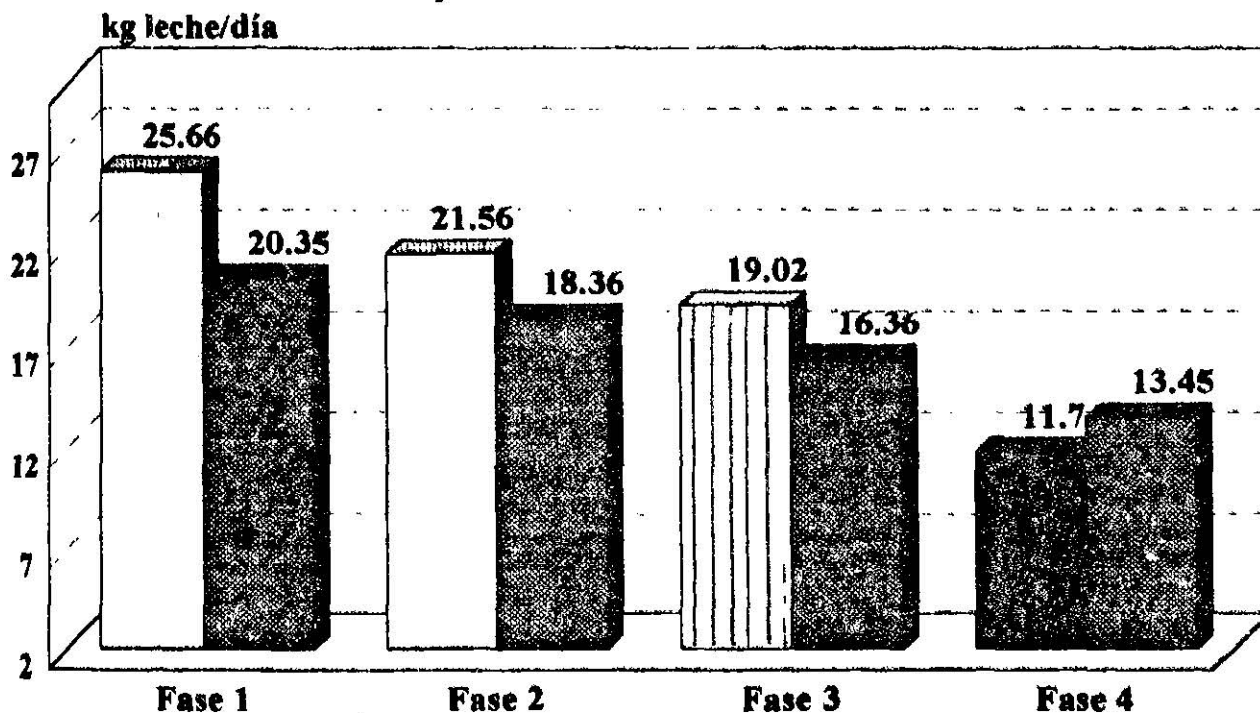
Las vacas de las primeras 10 semanas de la lactancia alimentadas con el concentrado de alta densidad de nutrientes (concentrado experimental, tratamiento 1), registraron el 15 de Diciembre de 1993, una producción de  $24.80 \pm 3.09$  kg de leche (promedio  $\pm$  desviación estándar,  $n=6$ ). En las siguientes mediciones (Cuadro 4), se registraron producciones de leche mayores, alcanzando valores de  $26.45 \pm 4.83$  kg/vaca ( $n=5$ ), el 28 de Febrero de 1994

Las vacas de las primeras 10 semanas de la lactancia, alimentadas con el concentrado control, registraron una producción promedio de  $23.06 \pm 3.96$  kg de leche ( $n=5$ ) el 15 de Diciembre de 1993. A partir de esta fecha su producción lechera promedio se redujo y registró un punto mínimo el 28 de Febrero de 1994 ( $18.33 \pm 4.66$  kg de leche/día,  $n=6$ ).

El promedio general de producción de leche calculado para las 10 vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado de alta densidad de nutrientes) fue, con  $25.66 \pm 3.37$  kg/vaca, mayor ( $P < 0.01$ ) a la producción obtenida de las vacas alimentadas con el concentrado control ( $20.35 \pm 4.24$  kg/vaca,  $n=10$ ; Cuadro 4, Figura 1)

## CONCENTRADOS

- Alta densidad de nutrientes
- Concentrado 18% de proteína
- ▨ 18% de proteína y grasa de sobrepaso
- 16% de proteína



**Figura 1.- Producción promedio de leche (kg/día) calculado en base a 6 registros quincenales de vacas Hostein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de 4 fases de la lactancia (ver texto).**

### 4.1.2 Vacas de la fase 2

Durante el período experimental, las vacas cuyas fechas de parto habían sido entre las 10 y 20 semanas anteriores (vacas de la fase 2), registraron valores decrecientes de producción de leche (Cuadro 4).

Cuadro 4.- Producción de leche. Vacas en la fase 1 y 2 (0-20 semanas de la lactancia).

		Registros de producción						Producción promedio
		1	2	3	4	5	6	

## Fase 1.- Semana 0 - 10 de lactancia

Tipo de concentrado								
Alta densidad T1)	kg/día	24.80	25.44	26.01	24.83	23.16	26.45	25.66
	±SD	3.09	2.59	2.84	2.63	5.10	4.83	3.37
	n	6	8	8	3	5	5	10
Control (T2)	kg/día	23.06	22.70	20.85	21.93	18.80	18.33	20.35
	±SD	3.96	2.93	3.36	5.44	4.87	4.66	4.24
	n	5	6	6	4	6	6	10

## Fase 2.- Semana 10 - 20 de lactancia

Tipo de concentrado								
Alta densidad (T1)	kg/día	23.07	21.33	21.35	21.25	20.41	20.44	21.56
	±SD	2.69	3.17	3.09	3.22	1.85	4.12	3.04
	n	6	6	6	8	8	8	11
Control (T2)	kg/día	23.75	19.80	19.10	18.02	16.52	16.33	18.36
	±SD	1.07	1.56	2.34	2.48	2.68	2.51	3.6
	n	4	4	4	6	6	6	8

Para el grupo de animales asignados al concentrado de alta densidad de nutrientes (Tratamiento 1), los datos registrados fueron  $23.07 \pm 2.69$  kg/día (n=6) el 15 de Diciembre de 1993, y  $20.44 \pm 4.12$  kg leche/día el 28 de Febrero de 1994 (n=8). Las vacas alimentadas con el concentrado control (Tratamiento 2), registraron una producción de  $23.75 \pm 1.07$  kg de leche (n=4) el 15 de Diciembre de 1993. La producción registrada en los siguientes controles quincenales fue cada vez menor, alcanzando un valor de  $16.33 \pm 2.51$  kg/día (n=6) el 28 de Febrero de 1994 (Cuadro 4).

Los promedios generales de producción obtenidos de las vacas de la fase 2, fueron  $21.56 \pm 3.04$  kg de leche/día ( $n=11$ ), para el tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes), y  $18.36 \pm 3.6$  kg de leche/vaca para las 8 vacas alimentadas con el concentrado control ( $P < 0.01$ ; Figura 1).

#### **4.1.3 Vacas de la fase 3**

Durante las semanas 20 a 30 de la lactancia se evaluaron dos concentrados con 18% de proteína. En este caso la diferencia entre los tratamientos consistió en una mayor proporción de proteína de sobrepaso en el tratamiento 1 que en el tratamiento 2 (control).

En el caso del tratamiento 1 (concentrado con proteína de sobrepaso), la producción de leche osciló, durante el período experimental, entre  $19.73 \pm 6.27$  kg ( $n=3$ ), el 15 de Diciembre de 1993 y  $15.96 \pm 5.95$  kg ( $n=3$ ), el 31 de Diciembre de 1993. Las vacas alimentadas con el concentrado control (Tratamiento 2), registraron una producción de 22.6 kg de leche ( $n=2$ ) el 15 de Diciembre de 1993. En las siguientes pesadas quincenales, la producción fue cada vez menor, alcanzando un valor de  $13.58 \pm 3.84$  kg/día ( $n=3$ ; Cuadro 5).

El promedio general de producción de leche obtenida a lo largo del experimento fue, con  $19.02 \pm 5.64$  kg de leche para las 6 vacas asignadas al tratamiento 1, similar ( $P > 0.05$ ) al valor obtenido de  $16.36 \pm 4.12$  kg de leche para las 4 vacas asignadas al tratamiento 2 (Figura 1).



**Cuadro 5.- Producción de leche. Vacas de las fases 3 y 4 de la lactancia (semana 20 hasta el secado, aproximadamente a la semana 45).**

		Registros de producción						Producción promedio
		1	2	3	4	5	6	

**Fase 3.- Semanas 20 - 30 de la lactancia**

Tipo de concentrado								
18% de prot. (T1)	kg/día	19.73	15.96	16.34	18.18	17.23	19.04	19.02
	±SD	6.27	5.95	6.6	5.65	6.18	6.32	5.64
	n	3	3	3	6	6	6	6
Control (T2)	kg/día	22.6	20.3	15.1	15.3	14.33	13.58	16.36
	±SD				2.09	2.81	3.84	4.12
	n	2	2	2	3	3	3	4

**Fase 4.- Semanas 30 y hasta el secado, aproximadamente a la semana 45 de la lactancia**

Tipo de concentrado								
16% de prot. (T2)	kg/día	14.0	11.2	12.8	9.7	10.7	9.3	11.74
	±SD	3.83	4.7	-	-	-	-	3.84
	n	5	4	2	2	2	2	5
Control (T2)	kg/día	16.50	13.95	13.83	13.30	10.58	10.75	13.45
	±SD	5.31	3.40	1.79	2.84	0.87	2.32	3.77
	n	7	6	4	5	5	4	8

#### 4.1.4 Vacas de la fase 4

Las vacas evaluadas de la semana 30 hasta el secado (semana 40 a 45 de la lactancia) y asignadas al tratamiento 1 (concentrado lechero con 16% de proteína), tuvieron una producción lechera de  $14.0 \pm 3.83$  kg de leche (n=5) el 15 de Diciembre de 1993. En los subsiguientes registros se observaron valores menores de producción lechera (Cuadro 5). Para las vacas del tratamiento 2 (concentrado control), la más alta producción de leche se registró el 15 de Diciembre de 1993, con  $16.50 \pm 5.31$  kg (n=7), mientras que la producción más baja correspondió al registro del 28 de Febrero de 1994 con  $10.75 \pm 2.32$  kg de leche (n=4).

El promedio general de producción para las 5 vacas asignadas al tratamiento 1 (16% de proteína) fue de  $11.74 \pm 3.84$  kg de leche / vaca. Para las 8 vacas del tratamiento 2, el promedio de producción fue de  $13.45 \pm 3.77$  kg de leche/vaca, sin que estos valores sean estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ) (Figura 1)

## 4.2 Consumo de alimento concentrado de vacas lecheras

### 4.1.2 Vacas de la fase 1

Para el grupo de vacas del tratamiento 1 (alta densidad de nutrientes), el consumo de concentrado fue mayor al inicio del trabajo experimental con  $9.18 \pm 1.84$  kg vaca/día; n=5 (15 de Diciembre de 1993). En registros posteriores se obtuvieron valores menores de consumo, alcanzando su valor mínimo el 7 de Febrero de 1994 ( $7.45 \pm 2.29$  kg de concentrado/vaca/día n=5) (Cuadro 6). Las vacas alimentadas con el concentrado control tuvieron su consumo promedio más alto el 15 de Diciembre de 1993 ( $9.07 \pm 0.61$  kg de concentrado/vaca/día, n=5). A partir de esta fecha, el consumo de concentrado de este

grupo se redujo hasta llegar a un punto mínimo el 23 de Febrero de 1994, con  $6.90 \pm 1.79$  kg de concentrado/vaca/día (n=6; Cuadro 6).

El promedio general de consumo que se obtuvo de las 10 vacas asignadas al tratamiento 1 (alta densidad de nutrientes), fue de  $8.62 \pm 1.76$  kg de concentrado/vaca/día. Para el tratamiento 2 (control), el consumo promedio fue de  $7.89 \pm 1.91$  kg de concentrado/vaca/día (n=10; Figura 2)

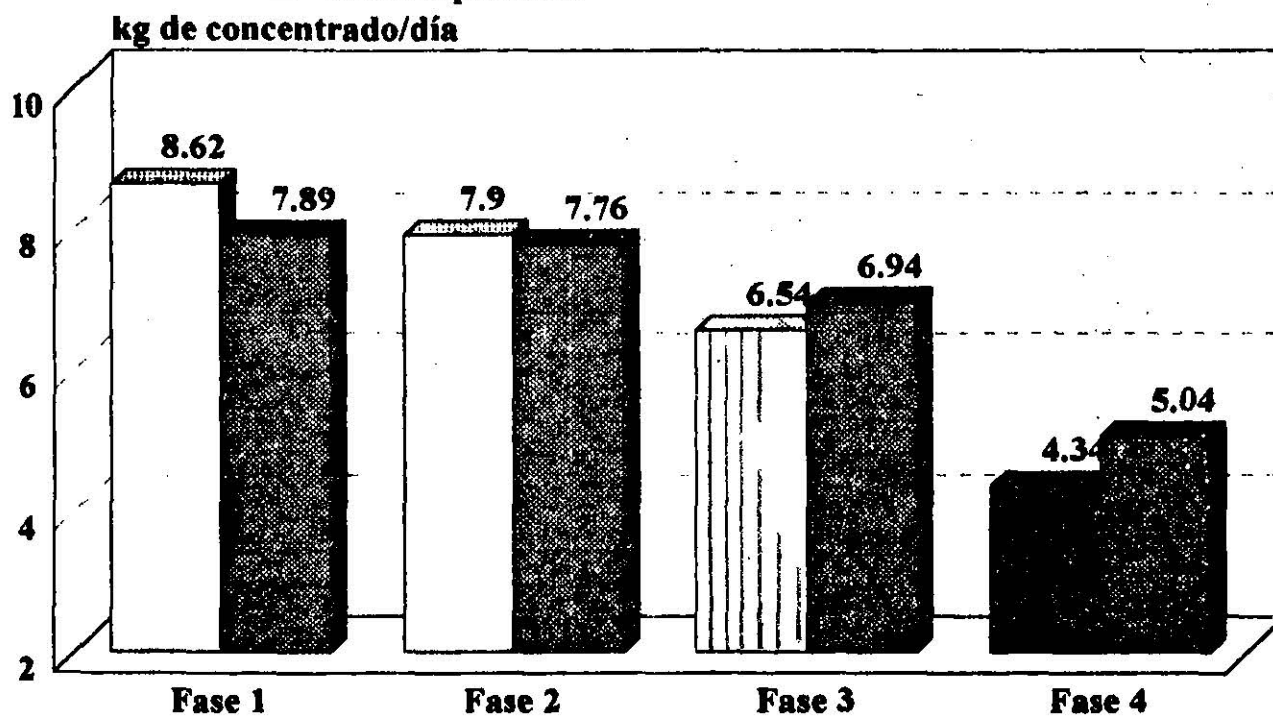
#### 4.2.2 Vacas de la fase 2

Durante el período de evaluación, las vacas del tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes), cuyo período de lactancia estaba entre la semana 10 y 20, registraron un consumo máximo de concentrado de  $8.61 \pm 1.61$  kg/vaca/día (n=6) el 19 de Enero de 1994. El consumo mínimo registrado para estos animales fue de  $7.21 \pm 0.82$  kg de concentrado/vaca/día (n=8), el día 23 de Febrero de 1994 (Cuadro 6). Para el tratamiento 2 (concentrado control), se registró un consumo de concentrado el 15 de Diciembre de 1993 de  $9.24 \pm 0.97$  kg/vaca/día (n= 4). El valor mínimo de consumo se registró el 23 de Febrero de 1994, con  $5.97 \pm 1.21$  kg de concentrado/vaca/día (n=6; Cuadro 6).

El promedio general de consumo obtenido para las 11 vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes) fue de  $7.90 \pm 1.23$  kg de concentrado/vaca/día. Para el tratamiento 2 (concentrado control), el promedio general del consumo fue de  $7.76 \pm 1.44$  kg de concentrado/vaca/día (n=8; Figura 2)

## CONCENTRADOS

- Alta densidad de nutrientes
- ▨ Control 18% de proteína
- ▤ 18% de proteína y grasa de sobrepaso
- 16% de proteína



**Figura 2.- Consumo de alimento promedio (kg/día) calculado en base a 6 registros quincenales de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia (ver texto).**

**Cuadro 6.- Consumo de concentrado. Vacas de las fases 1 y 2 (0-20 semanas de la lactancia)**

	Registros de consumo						Consumo promedio
	1	2	3	4	5	6	

**Fase 1.- Semana 0 - 10 de la lactancia**

Tipo de concentrado								
Alta densidad (T1)	kg/día	9.18	9.05	9.1	8.77	7.45	7.84	8.62
	±SD	1.84	1.39	1.81	.32	2.29	1.89	1.76
	n	5	6	8	3	5	5	10
Control (T2)	kg/día	9.07	8.68	8.68	7.00	6.90	6.90	7.89
	±SD	0.61	2.03	1.45	1.86	2.39	1.79	1.91
	n	5	6	6	4	6	6	10

**Fase 2.- Semana 10 - 20 de la lactancia**

Tipo de concentrado								
Alta densidad (T1)	kg/día	7.93	8.12	7.76	8.61	7.84	7.21	7.90
	±SD	1.03	1.21	1.40	1.61	1.08	0.82	1.23
	n	6	6	6	8	8	8	11
Control (T2)	kg/día	9.24	9.24	7.98	8.03	7.19	5.97	7.76
	±SD	0.97	0.56	0.28	1.16	0.74	1.21	1.44
	n	4	4	4	6	6	6	8

### 4.2.3 Vacas de la fase 3

El consumo de concentrado de las vacas produciendo leche en las semanas 20 a 30 de la lactancia (fase 3), fue marcadamente diferente para los tratamientos 1 y 2, (Cuadro 7). Para el tratamiento 1 (concentrado con mayor proporción de proteína de sobrepaso), se registró un consumo máximo de  $6.96 \pm 2.38$  kg de concentrado/vaca/día (n=6) el 6 de Febrero de 1994, mientras que el punto mínimo de consumo se registró el día 19 de Enero de 1994, con  $5.79 \pm 2.58$  kg de concentrado/vaca/día (n=3; Cuadro 7). En el caso de las vacas asignadas al tratamiento 2 (concentrado control), el punto máximo de consumo se registró el 15 de Diciembre de 1993, con 9.52 kg/vaca/día (n=2) y el punto mínimo fue de  $5.04 \pm 1.68$  kg de concentrado/vaca/día, n=3, el 23 de Febrero de 1994 (Cuadro 7).

Para el tratamiento 1 (concentrado conteniendo fuentes de proteína de sobrepaso), el consumo promedio de concentrado fue de  $6.54 \pm 2.22$  kg/vaca/día (n=6). El promedio general de consumo de concentrado para las vacas del tratamiento 2 (concentrado control) fue de  $6.94 \pm 1.99$  kg/vaca/día (n=4; Figura 2).

### 4.2.4 Vacas de la fase 4

Para las vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con 16% de proteína) y evaluadas de la semana 30 de la lactancia y hasta el secado, el consumo de concentrado osciló, durante el período experimental, entre 4.76 y 3.64 kg/vaca/día (n=2 vacas). El consumo de concentrado para las vacas asignadas al tratamiento 2(control), registró su punto máximo el 7 de Enero de 1994 ( $5.97 \pm 0.98$  kg/vaca/día; n=6) y el mínimo de su consumo fue el 23 de Febrero de 1994 (3.36 kg de concentrado/vaca/día; n=4; Cuadro 7).

El promedio general de consumo de concentrado obtenido para las 5 vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con 16% de proteína) fue de  $4.34 \pm 1.57$  kg /vaca/día. Para el

tratamiento 2 (concentrado control), el consumo promedio general fue de  $5.04 \pm 1.39$  kg de concentrado/vaca/día (n=8; Figura 2).

**Cuadro 7.- Consumo de concentrado. Vacas de la fase 3 y 4 de la lactancia (semana 20 hasta el secado aproximadamente a las 45 semanas de la lactancia).**

	Registros de consumo						Consumo promedio
	1	2	3	4	5	6	

**Fase 3.- Semana 20 - 30 de lactancia**

Tipos de concentrado								
18 % de prot. (T1)	kg/día	6.35	6.91	5.79	6.96	6.63	6.35	6.54
	±SD	1.6	2.1	2.58	2.38	2.7	2.6	2.22
	n	3	3	3	6	6	6	6
Control (T2)	kg/día	9.52	8.68	7.56	6.91	5.60	5.04	6.94
	±SD	-	-	-	0.9	1.12	1.68	1.99
	n	2	2	2	3	3	3	4

**Fase 4.- Semana 30 hasta el secado aproximadamente las 45 semanas**

Tipo de concentrado								
16% de prot.(T1)	kg/día	4.59	4.61	4.76	4.20	3.64	3.64	4.34
	±SD	1.21	1.91	-	-	-	-	1.57
	n	5	4	2	2	2	2	5
Control (T2)	kg/día	5.28	5.97	5.32	4.93	4.82	3.36	5.04
	±SD	1.7	0.98	1.07	1.39	1.34	0	1.39
	n	7	6	4	5	5	4	8

### 4.3 Conversión de alimento concentrado a leche (EPLC)

#### 4.3.1 Vacas de la fase 1

Los valores de conversión alimenticia calculados a partir del consumo de concentrado y de la producción lechera de las vacas en las primeras 10 semanas de la lactancia, se presentan en la cuadro 8 para cada uno de los registros de producción lechera.

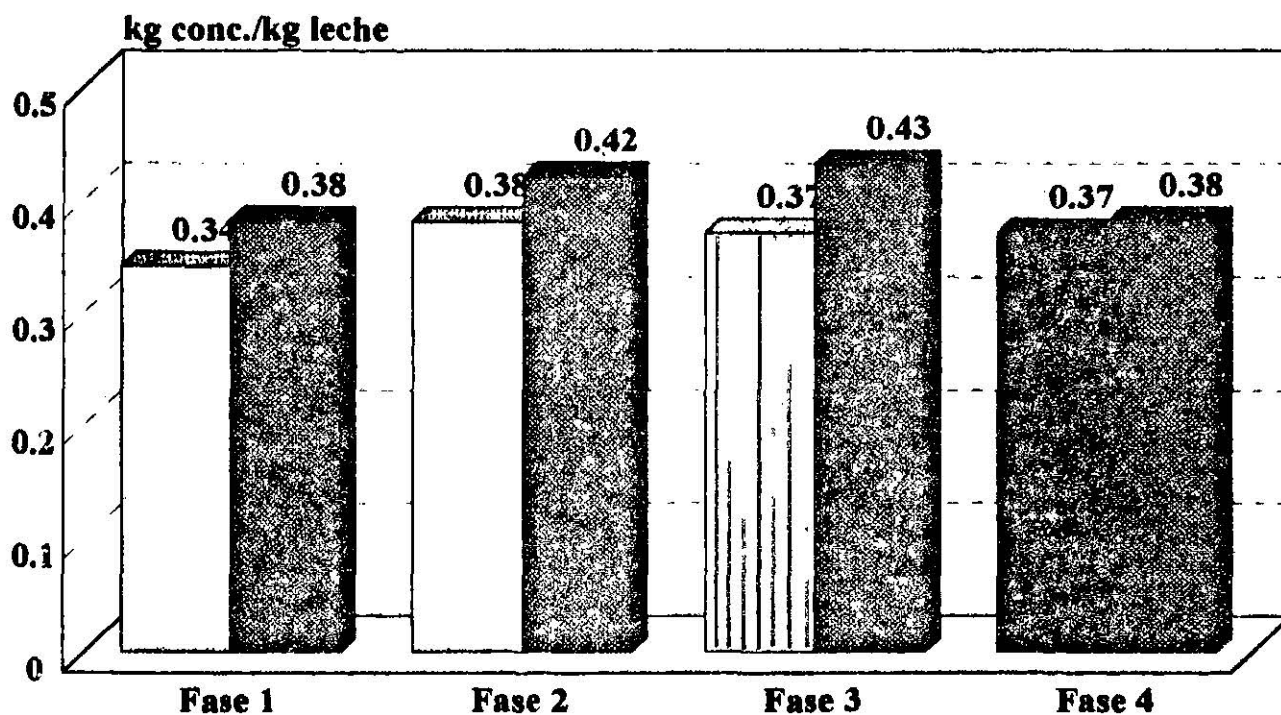
Las vacas del tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes) mostraron al inicio del trabajo (15 de Diciembre de 1993) una conversión de  $0.38 \pm 0.06$  kg de concentrado/kg de leche producida (n=5). Sin embargo, este parámetro fue mejorado, de manera que el 23 de Febrero de 1994, el valor calculado fue de  $0.298 \pm 0.056$  kg de concentrado/kg de leche (n=5; Cuadro 8). Para el tratamiento 2 (concentrado control), se registró el valor mínimo de conversión, con  $0.325 \pm 0.08$  kg de concentrado/kg de leche (n=4) el 6 de Febrero de 1994, y su punto máximo ( $0.42 \pm 0.078$  kg de concentrado/kg de leche; n=6), el 19 de Enero de 1994 (Cuadro 8).

El promedio general de la conversión de alimento concentrado a leche para el tratamiento 1 (alta densidad de nutrientes), fue de  $0.34 \pm 0.064$  kg de concentrado/kg de leche (n=10). Para el tratamiento 2 (concentrado control), se calculó un parámetro general de  $0.38 \pm 0.068$  kg de concentrado/kg de leche (n=10; Figura 3). Estos dos valores no fueron estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).



### CONCENTRADOS

- Alta densidad de nutrientes
- Control 18% de proteína
- ▨ 18% de proteína y grasa de sobrepaso
- 16% de proteína



**Figura 3.- Conversión promedio de alimento (kg conc./día leche) calculado en base a 6 registros quincenales de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia (ver texto).**

#### 4.3.2 Vacas de la fase 2

Para las vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes), durante la fase 2 de la lactancia (semana 10 a 20 de la misma), se calculó el valor mínimo de conversión con  $0.34 \pm 0.03$  kg de concentrado/kg de leche ( $n=6$ ), el 15 de Diciembre de 1993, mientras que el valor máximo fue calculado el 6 de febrero de 1994 como  $0.41 \pm 0.08$  kg de concentrado/kg de leche ( $n=8$ ; Cuadro 8). En el caso de las vacas asignadas al tratamiento 2 (concentrado control), su valor más alto de conversión de

concentrado en leche se calculó el 7 de Enero de 1994 con  $0.47 \pm 0.06$  (n=4). El valor más bajo se calculó el 23 de Febrero de 1994, con  $0.36 \pm 0.06$  kg de concentrado/kg de leche (n=6; Cuadro 8).

**Cuadro 8.- Conversión de alimento concentrado a leche (EPLC). Vacas en la fase 1 y 2 (0-20 semanas de la lactancia).**

	Registros de conversión						Conversión promedio
	1	2	3	4	5	6	

**Fase 1.- Semana 0 - 10 de lactancia**

Tipo de concentrado								
Alta densidad (T1)		0.38	0.36	0.35	0.35	0.32	0.298	0.34
	±SD	0.06	0.05	0.08	0.04	0.067	0.056	0.064
	n	5	6	8	3	5	5	10
Control (T2)		0.39	0.38	0.42	0.325	0.36	0.38	0.38
	±SD	0.046	0.08	0.078	0.08	0.056	0.03	0.068
	n	5	6	6	4	6	6	10

**Fase 2.- Semana 10 - 20 de lactancia**

Tipo de concentrado								
Alta densidad (T1)		0.34	0.38	0.36	0.41	0.38	0.36	0.38
	±SD	0.03	0.04	0.04	0.08	0.02	0.08	0.057
	n	6	6	6	8	8	8	11
Control (T2)		0.39	0.47	0.42	0.45	0.44	0.36	0.42
	±SD	0.03	0.06	0.06	0.07	0.03	0.06	0.062
	n	4	4	4	6	6	6	8

El promedio general de consumo de concentrado obtenido para las 5 vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con 16% de proteína) fue de  $4.34 \pm 1.57$  kg /vaca/día. Para el tratamiento 2 (concentrado control), el consumo promedio general fue de  $5.04 \pm 1.39$  kg de concentrado/vaca/día (n=8; Figura 2).

#### 4.3.3 Vacas de la fase 3

Para las vacas del tratamiento 1 (concentrado con fuentes adicionales de proteína de sobrepaso), la conversión de alimento concentrado en leche, calculada para el 7 de Enero de 1993 fue de  $0.44 \pm 0.042$  (n=3), mientras que el 23 de Febrero de 1994 el valor calculado fue de  $0.32 \pm 0.037$  kg de concentrado/kg de leche (n=6; Cuadro 9). Durante las semanas 20 a 30 de la lactancia, la eficiencia de producción de las vacas asignadas al tratamiento 2 (concentrado control), se mantuvo relativamente constante, con un valor calculado el 15 de Diciembre de 1993 de  $0.43$  kg de concentrado/kg de leche (n=2). El 23 de Febrero de 1994, este valor fue de  $0.37 \pm 0.085$  kg de concentrado/kg de leche (n=3; Cuadro 9).

El promedio general de conversión de alimento concentrado en leche fue, para las vacas del tratamiento 1 (concentrado con mayor proporción de proteína de sobrepaso), con  $0.37 \pm 0.053$  (n=6 vacas), mejor ( $P < 0.05$ ) al valor obtenido para las vacas del tratamiento 2 (concentrado control) ( $0.43 \pm 0.088$  kg de concentrado/kg de leche; n=4; Figura 3).

#### 4.3.4 Vacas de la fase 4

Las vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con 16% de proteína), utilizaron el 7 de Enero de 1994,  $0.42 \pm 0.09$  kg de concentrado/kg de leche (n=4). El 22 de febrero de 1994, el valor calculado fue de  $0.33$  kg de concentrado/kg de leche (n=2; Cuadro 9).

Para las vacas asignadas al tratamiento 2 (concentrado control), se calculó un valor de  $0.32 \pm 0.07$  kg de concentrado/kg de leche (n=5) el 15 de Diciembre 1993. El valor del mismo parámetro, calculado el 7 de Febrero de 1994, fue de  $0.46 \pm 0.16$  kg de concentrado/kg de leche (n=7; Cuadro 9).

**Cuadro 9.- Conversión de alimento concentrado a leche (EPLC). Vacas de las fases 3 y 4 (semana 20 hasta el secado aproximadamente a la semana 45 de la lactancia).**

	Registros de conversión						Conversión promedio
	1	2	3	4	5	6	

**Fase 3 .- Semana 20 - 30 de lactancia**

Tipo de concentrado								
18% prot.sobrepaso(T1)		0.34	0.44	0.35	0.38	0.38	0.32	0.37
	±SD	0.02	0.042	0.05	0.04	0.05	0.37	0.053
	n	3	3	3	6	6	6	6
Control (T2)		0.43	0.44	0.51	0.46	0.39	0.37	0.43
	±SD				0.04	0.01	0.085	0.088
	n	2	2	2	3	3	3	4

**Fase 4 .- Semana 30 hasta el secado aproximadamente la semana 45 de lactancia**

Tipo de concentrado								
16% de prot. (T1)		0.34	0.42	0.38	0.41	0.33	0.38	0.37
	±SD	0.09	0.09					0.089
	n	5	4	2	2	2	2	5
Control (T2)		0.32	0.44	0.39	0.37	0.46	0.33	0.38
	±SD	0.07	0.07	0.05	0.06	0.16	0.09	0.099
	n	7	6	4	5	5	4	8

El promedio general obtenido para las 5 vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con 16% de proteína) fue de  $0.37 \pm 0.089$  kg de concentrado/kg de leche. Este valor fue tendencialmente más favorable ( $P > 0.05$ ) al calculado para las vacas del tratamiento 2 (concentrado control) ( $0.38 \pm 0.099$  kg de concentrado/kg de leche;  $n=8$ ; Figura 3).

#### 4.4 Calidad de la leche (contenido de grasa)

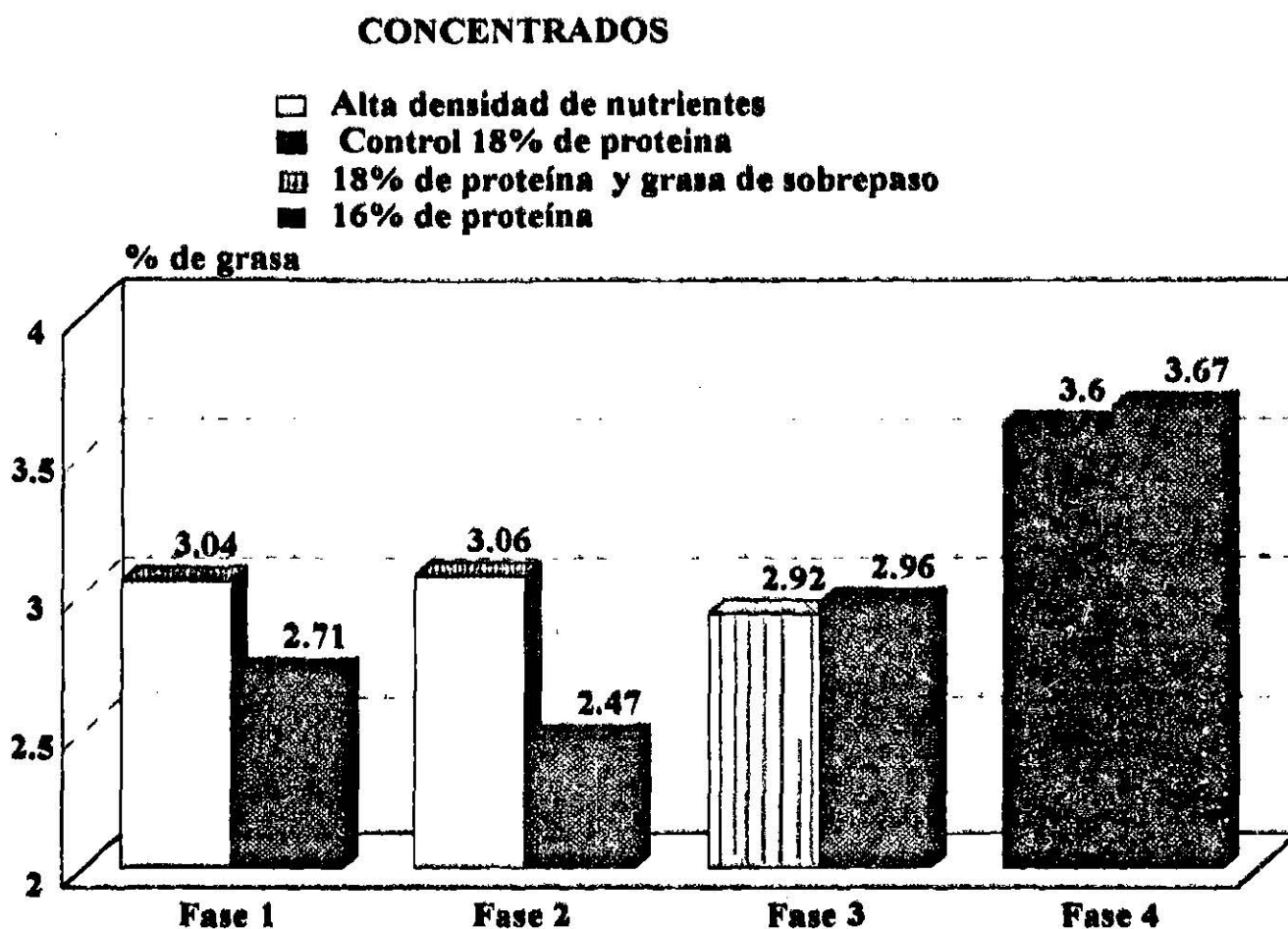


Figura 4.- Promedio del contenido de grasa de la leche (%) en base a 4 registros mensuales de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia (ver texto)

#### 4.4.1 Vacas de la fase 1

Las vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes), produjeron leche cuyo contenido de grasa fluctuó entre  $3.28 \pm 0.55$  % (n=5) el 30 de Noviembre de 1993 y  $2.84 \pm 0.59$  % (n=5) el 15 de Febrero de 1994 (Cuadro 10). El contenido de grasa de la leche de las vacas asignadas al tratamiento 2 (concentrado control) osciló entre  $3.18 \pm 0.65$  % (n=5), registrado el 30 de Noviembre 1993 y  $2.5 \pm 0.51$  % de las 5 muestras de leche analizadas el 31 de diciembre de 1993 (Cuadro 10).

El promedio general de contenido de grasa láctea fue de  $3.04 \pm 0.67$ % (n=9) para el tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes) y de  $2.71 \pm 0.68$  % (n=9) para el tratamiento 2 (concentrado control;  $P > 0.05$ ) (Figura 4)

#### 4.4.2 Vacas de la fase 2

La leche de las vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes) tuvo un mayor contenido de grasa, con valores oscilando entre  $2.47 \pm 0.3$  % (n=7) el 18 de Febrero de 1994 y  $3.63 \pm 0.56$  % (n=6) el 30 de Diciembre de 1993 (Cuadro 10). Para las vacas del tratamiento 2 (concentrado control), durante las semanas 20 a 30 de la lactancia, el contenido de grasa en la leche osciló entre  $2.11 \pm 0.79$  % (n=6) el 28 de Febrero de 1994 y de  $2.86 \pm 0.52$  % (n=4), el 30 de diciembre de 1993 (Cuadro 10).

Las 10 vacas alimentadas con concentrado de alta densidad de nutrientes (tratamiento 1) produjeron leche con  $3.06 \pm 0.66$  % de grasa, mientras que el promedio general de contenido de grasa en la leche para las 8 vacas asignadas al tratamiento 2 (concentrado control), fue de  $2.47 \pm 0.64$  % ( $P > 0.05$ ; Figura 4)

**Cuadro 10.- Contenido (%) de grasa en la leche. Vacas de la fase 1 y 2 (0-20 semanas de lactancia).**

<b>Registros de contenido de grasa láctea (%)</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Promedios % de grasa</b>

**Fase 1.- Semanas 0 -10 de la lactancia**

<b>Tipo de concentrado</b>						
<b>Alta densidad (T1)</b>	<b>(%)</b>	<b>3.28</b>	<b>3.01</b>	<b>2.84</b>	<b>3.04</b>	<b>3.04</b>
	<b>±SD</b>	<b>0.55</b>	<b>0.858</b>	<b>0.59</b>	<b>0.64</b>	<b>0.67</b>
	<b>n</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
<b>Control (T2)</b>	<b>(%)</b>	<b>3.18</b>	<b>2.5</b>	<b>2.58</b>	<b>2.63</b>	<b>2.71</b>
	<b>±SD</b>	<b>0.65</b>	<b>0.51</b>	<b>0.62</b>	<b>0.85</b>	<b>0.68</b>
	<b>n</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Fase 2.- Semana 10 - 20 de lactancia**

<b>Tipo de concentrado</b>						
<b>Alta densidad (T1)</b>	<b>(%)</b>	<b>3.63</b>	<b>3.28</b>	<b>2.99</b>	<b>2.47</b>	<b>3.06</b>
	<b>±SD</b>	<b>0.56</b>	<b>0.59</b>	<b>0.61</b>	<b>0.30</b>	<b>0.66</b>
	<b>n</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
<b>Control (T2)</b>	<b>(%)</b>	<b>2.86</b>	<b>2.70</b>	<b>2.45</b>	<b>2.11</b>	<b>2.47</b>
	<b>±SD</b>	<b>0.52</b>	<b>0.44</b>	<b>0.62</b>	<b>0.79</b>	<b>0.64</b>
	<b>n</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

**4.4.3 Vacas de la fase 3**

Durante la fase 3 de la lactancia (semana 20 a 30 de la misma), el contenido de grasa en la leche de las vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con fuentes de proteína de sobrepaso) fue muy constante durante el período experimental, ya que solo varió entre 2.85

$\pm 0.39$  % (n=3) y  $2.99 \pm 0.62$  % (n=6; Cuadro 11). Para las vacas del tratamiento 2 (concentrado control), el contenido de grasa de la leche osciló entre 4.4 % (30 de Diciembre de 1993) (n=2) y  $2.2 \pm 0.41$  % (n=3) el 28 de Febrero de 1994 (Cuadro 11).

El promedio general del contenido de grasa en la leche de las 6 vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con proteína de sobrepaso), fue de  $2.92 \pm 0.43$  %, mientras que para el tratamiento 2 (concentrado control) se tuvo un valor de  $2.96 \pm 0.98$  % de grasa de la leche (n=3; Figura 4).

#### 4.4.4 Vacas de la fase 4

La leche de las vacas en la última fase de la lactancia (semana 30 hasta el secado), mostró un contenido de grasa ligeramente mayor al de las etapas anteriores.

Para el tratamiento 1 (concentrado con 16 % de proteína) se determinaron contenidos de grasa láctea que oscilaron entre 3.18% (n=2) el 28 de Febrero de 1994 y  $3.76 \pm 0.76$  % (n=7), el 31 de Diciembre de 1993 (Cuadro 11). Las vacas del tratamiento 2 (concentrado control) produjeron leche cuyo contenido de grasa osciló entre  $3.26 \pm 0.61$  % (n=4) el 28 de Febrero de 1994 y  $3.82 \pm 0.88$  % (n=6), el 31 de Diciembre de 1993 (Cuadro 11).

El promedio general de grasa en la leche de las 5 vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con 16% de proteína ), fue de  $3.6 \pm 0.77$  % y el contenido de grasa en la leche de las 8 vacas asignadas al tratamieinto 2 (concentrado control) fue, con  $3.67 \pm 0.65$ %, similar ( $P > 0.05$ ) al de las vacas del tratamiento 1 (Figura 4)



**Cuadro 11.- Contenido (%) de grasa en la leche. Vacas de las fases 3 y 4 ( semana 20 hasta el secado, aproximadamente a la semana 45 de lactancia).**

<b>Registros de % de grasa en la leche</b>						
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Promedios % de grasa</b>

**Fase 3.- Semana 20 - 30 de lactancia**

<b>Tipo de concentrado</b>						
<b>18% prot. sobrepaso(T1)</b>	<b>(%)</b>	<b>2.85</b>	<b>2.9</b>	<b>2.99</b>	<b>2.58</b>	<b>2.92</b>
	<b>±SD</b>	<b>0.39</b>	<b>0.48</b>	<b>0.62</b>	<b>0.14</b>	<b>0.43</b>
	<b>n</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>Control (T2)</b>	<b>(%)</b>	<b>4.4</b>	<b>3.55</b>	<b>2.56</b>	<b>2.2</b>	<b>2.96</b>
	<b>±SD</b>			<b>0.58</b>	<b>0.41</b>	<b>0.98</b>
	<b>n</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

**Fase 4.- Semana 30 hasta el secado, aproximadamente la semana 45 de lactancia**

<b>Tipo de concentrado</b>						
<b>16% de prot. (T1)</b>	<b>(%)</b>	<b>3.74</b>	<b>3.76</b>	<b>3.33</b>	<b>3.18</b>	<b>3.6</b>
	<b>±SD</b>	<b>0.98</b>	<b>0.76</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.77</b>
	<b>n</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>Control (T2)</b>	<b>(%)</b>	<b>3.80</b>	<b>3.82</b>	<b>3.64</b>	<b>3.26</b>	<b>3.67</b>
	<b>±SD</b>	<b>0.52</b>	<b>0.88</b>	<b>0.58</b>	<b>0.61</b>	<b>0.65</b>
	<b>n</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

## **4.5 Peso corporal de vacas lecheras**

### **4.5.1 Vacas de la fase 1**

Los registros del peso corporal de las vacas asignadas a los tratamientos 1 y 2 están contenidos en el Cuadro 12.

Las vacas del tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes) registraron un peso promedio inicial (7 de Diciembre de 1993) de  $553.2 \pm 33.9$  kg (n=6). El 7 de Febrero de 1994 se registró su peso promedio máximo de  $593.8 \pm 41.7$  kg (n=4). Para las vacas del tratamiento 2 (concentrado control), el punto máximo de peso promedio se registró el 7 de Diciembre de 1993 con  $542.6 \pm 35.5$  kg (n=5), y el peso promedio mínimo fue registrado el 21 de Febrero de 1994 con  $457.8 \pm 47.1$  kg (n=6).

Para el tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes), el promedio de peso corporal fue de  $563.8 \pm 40.3$  kg (n=9). Para el tratamiento 2 (concentrado control), fue de  $506.3 \pm 59.9$  Kg. No hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 5).

### **4.5.2 Vacas de la fase 2**

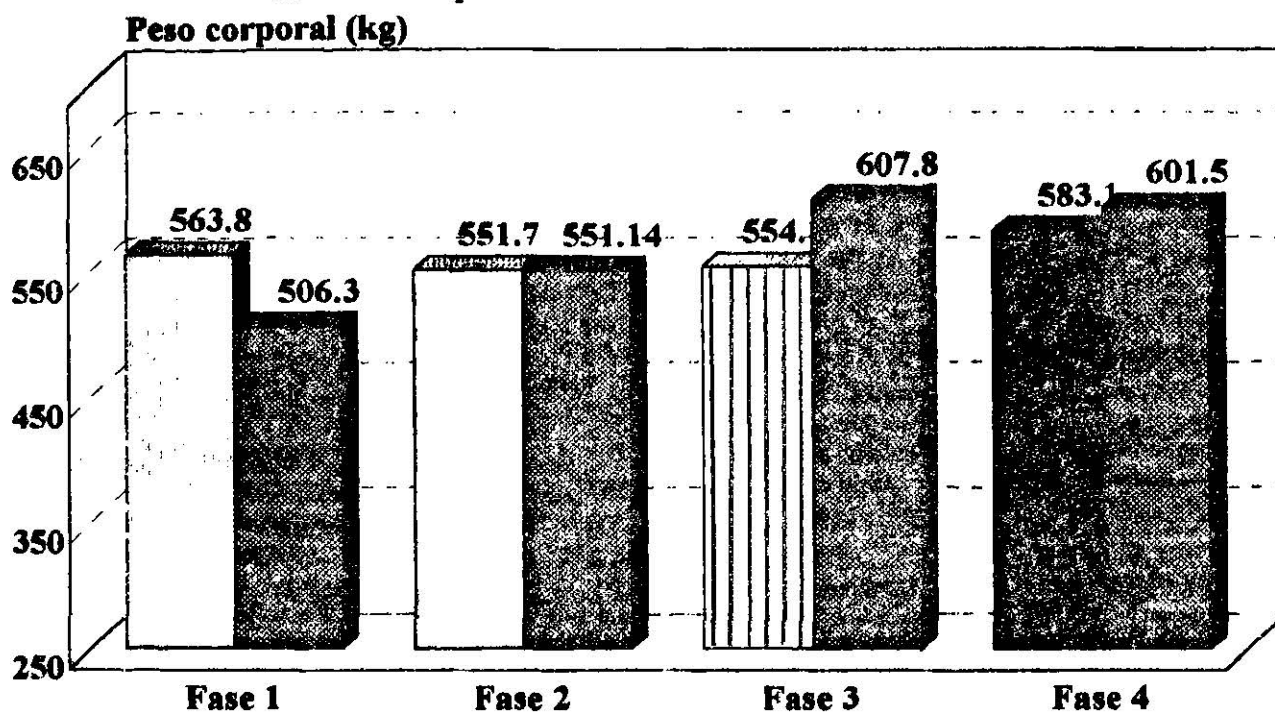
Los pesos corporales registrados para las vacas de la fase 2 (semanas 10 a 20 de la lactancia) se presentan en el Cuadro 12.

El grupo de animales asignados al tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes) registró un peso inicial (7 de Diciembre de 1993), de  $574.0 \pm 28.21$  kg (n=6); y un peso final (28 de Febrero de 1994), de  $541.88 \pm 25.3$  kg (n=8).

Las vacas del tratamiento 2 (concentrado control) registraron un peso máximo de  $580 \pm 68.24$  kg (n=4) el 7 Diciembre de 1993, y un peso mínimo de  $525.0 \pm 44.16$  kg (n=6) el 28 de Febrero de 1994.

## CONCENTRADOS

- Alta densidad de nutrientes
- Control 18% de proteína
- ▨ 18% de proteína y grasa de sobrepaso
- 16% de proteína



**Figura 4.- Promedio de peso corporal (kg) calculado en base a 4 registros mensuales de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia (ver texto).**

El promedio general de los pesos obtenidos para las vacas asignadas al tratamiento 1 (concentrado con alta densidad de nutrientes), fue de  $551.7 \pm 31.7$  (n=11). Para las 7 vacas asignadas al tratamiento 2 (concentrado control), el peso promedio fue de  $551.14 \pm 54.11$  kg, y por lo tanto, semejante al tratamiento 1 ( $P > 0.05$ ).

Cuadro 12.- Peso corporal (kg). Vacas en las fases 1 y 2 (0-20 semanas de lactancia)

	Registro de peso corporal (kg)				Promedio peso corporal (kg)
	1	2	3	4	

## Fase 1.- Semana 0 -10 de lactancia

Tipo de concentrado						
Alta densidad (T1)	kg	553.2	558.9	593.8	560.2	563.8
	±SD	33.98	45.3	41.7	38.14	40.3
	n	6	8	4	5	9
Control (T2)	kg	542.6	504.7	500	457.8	506.3
	±SD	35.5	55.6	77.1	47.1	59.9
	n	5	6	5	6	8

## Fase 2.- Semana 10 - 20 de lactancia

Tipo de concentrado						
Alta densidad (T1)	kg	574.0	559.83	564.19	541.88	551.70
	±SD	28.21	30.68	26.81	25.32	31.74
	n	6	6	8	8	11
Control (T2)	kg	580.0	563.00	554.20	525.0	551.14
	±SD	68.24	67.36	42.95	44.16	54.11
	n	4	4	5	6	7

## 4.5.3 Vacas de la fase 3

Para las vacas asignadas al tratamiento 1, los pesos registrados durante el experimento fueron  $565 \pm 64.3$  kg (n=6), el 7 de febrero de 1994., y  $541.7 \pm 86.39$  kg (n=3), el 10 de Enero de 1994. El grupo de vacas del tratamiento 2 (concentrado control)

registró un peso inicial de  $642 \pm 16.97$  kg ( $n=2$ ) el 7 de Diciembre de 1993. El peso mínimo registrado por este grupo (10 de Enero de 1994), fue de 611.5 kg ( $n=2$ ).

El promedio general de peso para el tratamiento 1 (proteína de sobrepaso), fue de  $554.1 \pm 27.2$  kg; para las 4 vacas del tratamiento 2 (concentrado control), fue de  $607.8 \pm 62.2$  kg; no existiendo diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ; Figura 5)

#### 4.5.4 Vacas de la fase 4

Para el tratamiento 1 (concentrado con 16 % de proteína), el peso más alto, registrado el 7 de Diciembre de 1993, fue de  $598.0 \pm 74.1$  kg ( $n=5$ ) y el peso mínimo (28 de Febrero de 1994), fue de 495.0 kg ( $n=2$ ; Cuadro 13). Para el tratamiento 2 (concentrado control) el peso más alto se registró el 7 de Diciembre de 1993 con  $612.7 \pm 49.5$  kg ( $n=7$ ), y el peso más bajo fue registrado el 10 de Enero de 1994 con  $594.4 \pm 55.7$  kg ( $n=7$ ).

El promedio general para las vacas alimentadas con el tratamiento 1 (16% de proteína), fue de  $583.1 \pm 71.3$  kg ( $n=5$ ), y para las 8 vacas del tratamiento 2 (concentrado control), fue de  $601.5 \pm 43.6$  kg, sin existir diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ; Figura 5).

**Cuadro 13.-Peso corporal (kg). Vacas de las fases 3 y 4 (semana 20 hasta el secado, aproximadamente, a la semana 45 de la lactancia).**

Registro de peso corporal

	1	2	3	4	Promedio peso corporal (kg)
--	---	---	---	---	-----------------------------------

**Fase 3.- Semana 20 - 30 de lactancia**

<b>Tipo de concentrado</b>						
<b>18% de prot. de sobrepaso (T1)</b>	kg	549.7	541.7	565.0	553.8	554.1
	±SD	60.73	86.39	64.3	65.55	27.2
	n	3	3	6	6	6
<b>Control (T2)</b>	kg	642	611.5	630.3	614.3	607.8
	±SD	-	-	41.05	34.56	62.2
	n	2	2	3	3	4

**Fase 4.- Semana 30 hasta el secado aproximadamente la semana 45 de lactancia**

<b>Tipo de concentrado</b>						
<b>16% de prot. (T1)</b>	kg	598	589.8	519	495	583.1
	±SD	74.1	71.2	-	-	71.3
	n	5	5	2	2	5
<b>Control (T2)</b>	kg	612.7	594.4	606.2	594.5	601.5
	±SD	49.5	55.7	28.9	34.2	43.6
	n	7	7	5	4	8

## **4.6 Análisis económico**

### **4.6.1 Fase 1 de la lactancia**

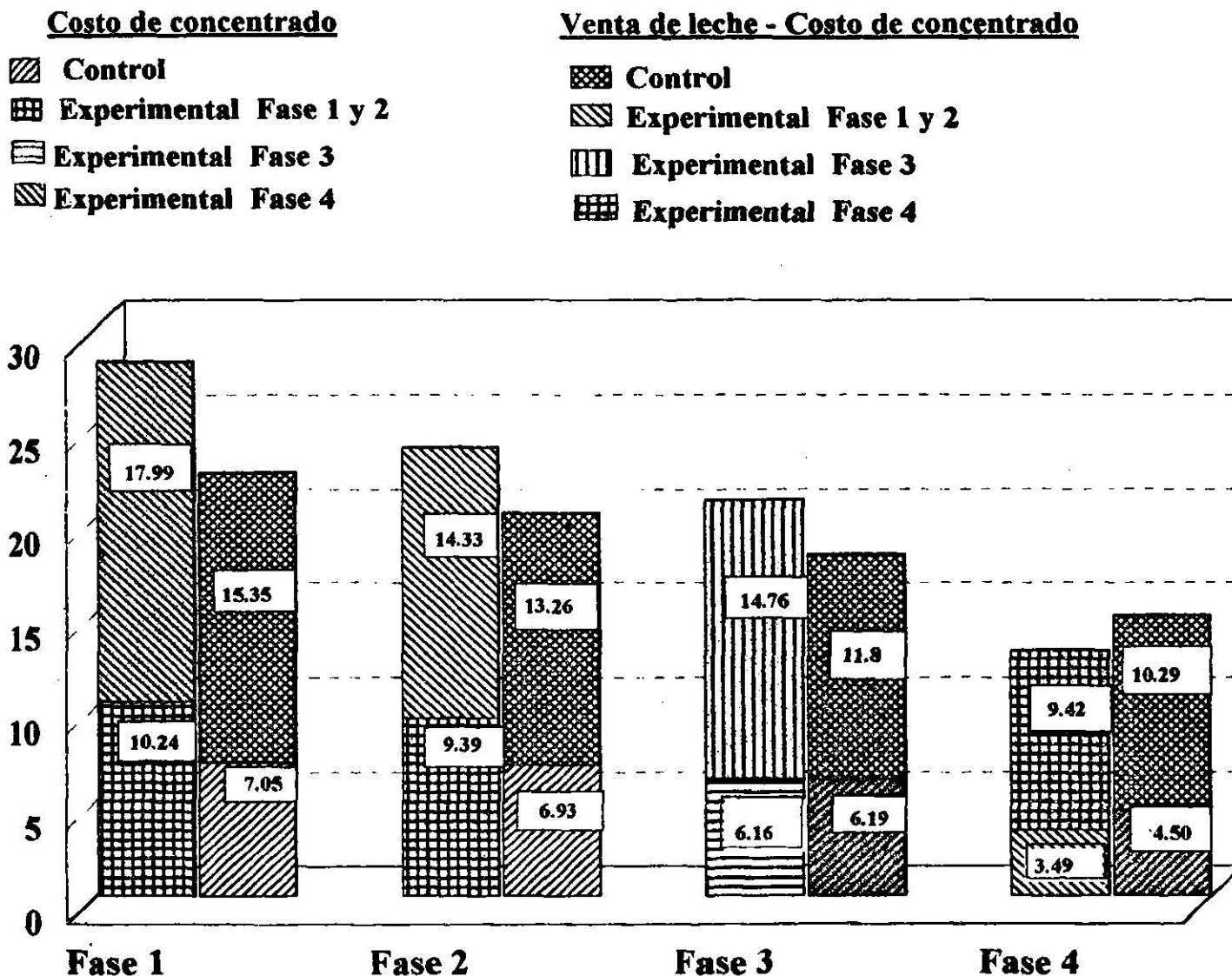
Utilizando los datos de producción y el consumo de concentrado mencionados en el capítulo 4.1 y 4.2, así como los costos del concentrado y los precios de la leche mencionados en el capítulo 3.13, se calculó el análisis económico (Cuadro 14).

Durante la fase 1 de la lactancia la producción de leche de las vacas del tratamiento 1 fue 5.3 kg mayor a la producción de las vacas control. Considerando el precio de \$ 1.10 por kg de leche, esto corresponde a un ingreso \$5.84 mayor para las vacas del tratamiento 1.

El costo del alimento concentrado consumido por día fue de \$ 3.19 mayor para las vacas del tratamiento 1 que para las vacas del grupo control. Con ello resulta un beneficio de \$ 2.64 animal/día, favorable al grupo de vacas del tratamiento 1 (alimentadas con el concentrado de mayor densidad de nutrientes) (Figura 6).

### **4.6.2 Fase 2 de la lactancia**

Durante las semanas 10 - 20 de la lactancia, la producción de leche de las vacas alimentadas con el concentrado de alta densidad de nutrientes fue 3.2 kg mayor a la del grupo control, lo que representa un ingreso de \$ 3.52 adicional para las vacas del tratamiento 1. El costo del concentrado consumido por día fue \$ 2.45 mayor para las vacas del tratamiento 1 que para las vacas del grupo control. Esto permite calcular un beneficio de \$1.07 animal/día al ofrecer el concentrado de alta densidad en esta fase de la lactancia (Cuadro 14, Figura 6)



**Figura 6.- Costo y beneficio de producción lechera de vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia.**

#### 4.6.3 Fase 3 de la lactancia

Las vacas alimentadas con el concentrado experimental en las semanas 20 - 30 de la lactancia registraron una producción promedio de leche 2.66 kg mayor, y con ello, un ingreso adicional de \$ 2.93 al de las vacas del grupo control (Cuadro 14, Figura 6).

El costo del concentrado en promedio fue, con \$ 6.16/día, \$0.04 menor para el concentrado experimental que para el concentrado control.



De esta manera, las vacas alimentadas con el concentrado experimental registraron un beneficio \$ 2.96 adicional al de las vacas del grupo control.

#### 4.6.4 Fase 4 de la lactancia

El concentrado experimental en esta fase contenía 16% de proteína, el concentrado control, 18% de proteína. La producción promedio de leche de las vacas que recibieron el concentrado con 16% de proteína, fue con 11.74 kg diarios, 1.71 kg menor a la del grupo control. El ingreso por venta de leche fue \$ 1.88 menor en el grupo experimental. El costo del consumo promedio del concentrado fue \$ 1.01 menor para el grupo experimental que para el control. Así, el grupo alimentado con el concentrado de 16% de proteína en la última fase de la lactancia (semana 30 hasta el secado a la semana 45), registró una pérdida de \$ 0.87/día respecto a las vacas del grupo control (Cuadro 14, Figura 6).

**Cuadro 14.- Análisis de rentabilidad económica de la producción lechera en vacas Holstein alimentadas con dos concentrados diferentes en cada una de las 4 fases de la lactancia.**

	Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4	
	Exp.	Control	Exp.	Control	Exp.	Control	Exp.	Control
<b>Concentrados</b>								
Ingresos por venta de leche (\$)	28.23	22.39	23.72	20.19	20.92	17.99	12.91	14.79
Costo del alimento concentrado (\$)	10.24	7.05	9.39	6.93	6.16	6.19	3.49	4.50
Ingreso - Costo	17.99	15.35	14.33	13.26	14.76	11.8	9.42	10.29
Ventaja económica por día (\$)	<hr/>		<hr/>		<hr/>		<hr/>	
	2.64		1.07		2.96		0.87	

## 5.- DISCUSIÓN

En el presente trabajo se evaluó la eficiencia de producción lechera de vacas Holstein alimentadas con concentrados lecheros diferentes a lo largo de la lactancia.

La producción obtenida en las primeras 10 semanas de la lactancia fue mayor a la reportada por Sánchez (1990), para un establo lechero de la misma región donde se realizó este trabajo. Sin embargo Coomer et al 1993, reportaron producciones lecheras (37 a 40 kg/día) muy superiores a las reportadas en el presente trabajo. Aunque es posible y deseable mejorar los parámetros productivos ahora obtenidos en la Facultad de Agronomía de la UANL en Marín, N.L, no se debe ignorar el gran efecto negativo que ejercen las difíciles condiciones ambientales, sobre todo las altas temperaturas de verano, sobre la producción de leche, tal y como ha sido explicado por Sánchez, (1990) y por Brade, (1992).

Como resultado del ofrecimiento de un concentrado con mayor densidad de nutrientes, las vacas lecheras produjeron 19% más leche y con mayor contenido de grasa láctea que las vacas del grupo control. Esta respuesta se debió a un mejor suministro de nutrientes en la ración, con el fin de llenar los requerimientos nutritivos (Brade, 1992). El mayor contenido de proteína del concentrado correspondiente al tratamiento 1 ayudó a mejorar los procesos de digestión ruminal tal y como ha sido postulado por Chandler (1991b).

Asimismo, la concentración mayor de energía en el alimento concentrado experimental (T1) fue utilizada por las vacas para producir mayor cantidad de leche durante las primeras 10 semanas de la lactancia, cuando normalmente se registra un consumo voluntario reducido de alimento (Coppock y Wilks, 1991).

Adicional al beneficio económico directo de una mayor producción lechera, los animales alimentados con el concentrado de mayor densidad de nutrientes tuvieron mejores registros de peso corporal que las vacas control (Cuadro 12). Con ello se tienen mejores

condiciones para reiniciar la actividad reproductiva con menor retraso (Castañón, 1996) y poder así cumplir el objetivo de obtener un parto por vaca cada 12 a 13 meses, propio de establos con mayor eficiencia productiva (Chandler, 1991a).

La eficiencia de producción lechera puede ser expresada como la relación entre la cantidad de alimento concentrado consumido por cada kg de leche producida. Durante la fase 1 de la lactancia, las vacas del tratamiento 1 utilizaron 0.34, las vacas control 0.38 kg de alimento por kg de leche producida. Durante la fase 2, los valores promedio calculados fueron 0.38 y 0.41 kg de alimento por kg de leche producida para las vacas del tratamiento 1 y control respectivamente. Aston et al, (1994), reportaron valores de 0.34 a 0.36 kg de concentrado por kg de leche producida por vacas Holstein durante las semanas 8 a 22 de la lactancia. En gran parte, esta mejor eficiencia de producción de leche se debe a una mejor calidad del forraje (ensilado de zacate con 14.2% PC y 1.67 Mcal ENL/kg) proporcionado a las vacas (Aston et al, 1994). El ensilaje de sorgo ofrecido a las vacas del presente trabajo mostró un contenido no mayor de 11% de PC y 1.35 Mcal ENL/kg, de acuerdo a los datos publicados por el NRC (1989).

Durante la fase 2 de la lactancia (semana 10 a 20 de la misma), la producción lechera obtenida (18 a 22 kg/día) fue 17 a 30% menor a la reportada por Aston et al. (1994) para vacas Holstein-Friesian en Gran Bretaña. En el presente trabajo, la producción lechera registrada en las vacas control fue superada en un 17% por las alimentadas con el concentrado de alta densidad de nutrientes.

Dada la mayor proporción de consumo de concentrado por cada kg de leche producida, el beneficio económico resultante del ofrecimiento del concentrado con mayor densidad de nutrientes, fue menor para la fase 2 que para la fase 1. Este hecho tiene su explicación en un mayor consumo de nutrientes y una producción decreciente de leche observada normalmente entre las semanas 10 a 20 de la lactancia (Chandler, 1995). De esta

manera el beneficio de un concentrado con mayor densidad de nutrientes se reduce a medida que avanza la lactancia.

Durante la fase 3 de la lactancia se obtuvo un beneficio económico al ofrecer alimento concentrado conteniendo cantidades limitadas de proteína y grasa de sobrepaso. Sin embargo, los datos registrados de esta fase provienen de una reducida cantidad de animales por lo que deben ser considerados con las reservas del caso.

Durante la fase 4, las vacas alimentadas con un concentrado de 16% de proteína produjeron menos leche que las vacas del grupo control. Estas últimas, sin embargo, requirieron en promedio mayor cantidad de concentrado por cada kg de leche producida. Sin embargo, estas vacas del grupo control mostraron un mejor desarrollo del peso corporal que el de las vacas alimentadas con concentrado de 16% de proteína (tratamiento 1) durante la fase 4 de la lactancia. Un desarrollo adecuado del peso corporal durante la gestación avanzada y el periodo seco es necesario con el fin de mejorar la condición corporal al parto y el comportamiento reproductivo postparto (Van Saun et al, 1993).

Los resultados obtenidos del presente estudio indican la necesidad de adecuar el suministro de nutrientes de vacas lecheras de acuerdo a su estado de lactancia. Para las primeras 15 a 20 semanas de lactancia parece conveniente considerar un alimento concentrado de alta densidad nutritiva con el fin de mejorar los parámetros productivos de vacas lecheras. Esta estrategia de alimentación es utilizada en establos lecheros israelitas de alta producción (McCullough, 1991). Posterior a las 15 semanas de lactancia, es posible considerar el ofrecimiento de un concentrado lechero con 18% de proteína y 1.65 Mcal ENL/kg, como una alternativa adecuada para mejorar los parámetros de producción lechera. La tendencia observada en este estudio del beneficio económico, obtenido al ofrecer cantidades limitadas de fuentes de proteína y grasa de sobrepaso para vacas entre 20 y 30 semanas de lactancia, debe ser considerada.

## **6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- a) **Para las primeras 15 a 20 semanas de la lactancia, se recomienda ofrecer a las vacas un alimento concentrado con alta densidad de nutrientes (20% de proteína, 1.83 Mcal ENL/kg para mejorar los parámetros de producción de leche.**
  
- b) **Para el resto de la lactancia de la semana 15 o 20 hasta el secado aproximadamente a la semana 45 de la lactancia), se recomienda ofrecer a las vacas lecheras un concentrado lechero con 18% de proteína y 1.67 Mcal ENL/kg.**
  
- c) **Se recomienda estudiar el efecto de la inclusión limitada de fuentes de proteína y grasa de sobrepaso sobre la eficiencia de producción lechera de vacas cuya lactancia se encuentra entre las 20 y 30 semanas.**

## 7.- RESUMEN

El trabajo se realizó en el establo lechero de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., situada en el Km 17 de la carretera Zuazua-Marín, durante tres meses, los animales utilizados fueron vacas Holstein de 1 a 6 partos (2.5 a 8 años de edad).

Los animales fueron agrupados en las siguientes fases de la lactancia: fase 1; las primeras 10 semanas, fase 2; de la semana 10 a 20 de la lactancia, fase 3; de la semana 20 a 30 de la lactancia, fase 4; de la semana 30 hasta el secado, aproximadamente la semana 45 de la lactancia. El forraje disponible fue silo de sorgo a libre acceso. En cada una de las cuatro fases se evaluó el comportamiento productivo de las vacas alimentadas, ya sea con un concentrado control, igual para las cuatro fases de la lactancia (18% de proteína, 1.65 Mcal ENL/kg), o bien, uno de los 3 concentrados experimentales. Los concentrados experimentales fueron: en la fase 1 y 2, un concentrado con alta densidad de nutrientes; para la fase 3, se comparó el concentrado control con uno experimental de similar contenido de nutrientes, pero que incluía fuentes adicionales de proteína y grasa de sobrepaso; para la fase 4, el concentrado experimental fue formulado para contener menor densidad de energía y proteína que el concentrado control. La cantidad de concentrado a asignar fue calculada en forma individual para cada vaca, tomando en cuenta su producción lechera y considerando que el forraje llenaba los requerimientos de mantenimiento y la producción de 4 kg de leche. El registro de producción de leche se realizó cada 15 días para cada vaca. El registro del contenido de grasa se llevó a cabo mensualmente.

Los resultados promedio obtenidos en producción de leche para la fase 1 fueron de 25.66 y 20.35 kg/día para el concentrado alta densidad de nutrientes y el control respectivamente, (n=10 para ambos tratamientos;  $P < 0.01$ ). Para la fase 2 se tuvo una tendencia similar a la de la fase 1 pero las producciones bajaron en los dos tratamiento siendo de 21.56 y 18.36 kg de leche/día para el tratamiento con alta densidad de nutrientes y

el control (n= 11 y 8 animales respectivamente,  $P < 0.01$ ). Para la fase 3, el promedio de producción de leche fue de 19.02 kg de leche/día para el tratamiento con proteína y grasa de sobrepaso, y 16.36 kg de leche/día para el tratamiento control, n= 6 y 4 respectivamente ( $P > 0.05$ ). Para la fase 4, la producción lechera de vacas alimentadas con concentrado de 16% de proteína (T1) fue de 11.74 kg de leche/día (n=5); las vacas del grupo control produjeron 13.45 kg de leche/día (n=8;  $P > 0.05$ ).

El consumo promedio de alimento concentrado fue mayor para el grupo alimentado con concentrado de alta densidad de nutrientes, que para el grupo control, en las fases 1 (8.62 vs 7.89 kg de concentrado/día) y en la fase 2 (7.90 vs 7.76 kg de concentrado/día). Para la fase 3, el consumo promedio del concentrado con proteína y grasa de sobrepaso fue de 6.54 kg./día (n=6); para el control, este valor fue de 6.94 kg./día. Durante la fase 4, el consumo de concentrado con 16% proteína fue 4.34 kg./día, (n=5); el grupo control consumió en promedio 5.04 kg conc./día (n=8).

La conversión de alimento concentrado a leche (EPLC) resultó ser 0.34 y 0.38 kg conc./kg leche (n=10) para el concentrado con alta densidad de nutrientes y para el control respectivamente, ( $P < 0.05$ ), durante la fase 1. Para la fase 2, la conversión de alimento fue 0.38, (n=11) y 0.41, (n=8) kg conc./kg leche para el tratamiento 1 y el control respectivamente ( $P < 0.05$ ). Para la fase 3, la conversión de alimento para el tratamiento del concentrado con proteína y grasa de sobrepaso fue de 0.37 kg conc./kg leche (n=6); para el control, 0.42 kg conc./kg leche, (n=4,  $P < 0.05$ ). Para la fase 4, la conversión de alimento concentrado a leche fue de 0.36 kg conc./ kg de leche (n=5) para el tratamiento 1, y de 0.40 kg conc./kg de leche (n=8) para el grupo control

Para la fase 1 el contenido promedio de grasa láctea fue 3% (n=9) y 2.74% (n= 9), para el grupo de vacas alimentadas con el concentrado de alta densidad de nutrientes, y para el control respectivamente. Para la fase 2, el contenido de grasa láctea fue de 3.01% (n=10) y 2.55% (n=8) para el concentrado experimental y para el control respectivamente. Durante

la fase 3, el contenido de grasa láctea fue 2.93% (n=6) para el concentrado que contenía proteína y grasa de sobrepaso; para el concentrado control este valor fue de 2.60% (n=3). Durante la fase 4, el tratamiento 1 (concentrado con 16% de proteína) tuvo un porcentaje de grasa de 3.72% (n=5), el grupo control produjo leche con 3.63% de grasa (n=8). No hay diferencia significativa en el contenido de grasa láctea. entre los tratamientos para las cuatro fases de la lactancia.

El peso corporal promedio de las vacas de la fase 1 fue con 563.5 kg (n=9) mayor para el concentrado de alta densidad de nutrientes que para el concentrado control (506.3 kg, n=8). Para la fase 2, el concentrado con alta densidad de nutrientes tuvo un peso de 551.7 kg, (n=11) y el concentrado control 551.1 kg. Durante la fase 3, las vacas alimentadas con el concentrado con proteína y grasa de sobrepaso tuvieron un peso de 554.1 kg (n=6) y las del concentrado control tuvieron un peso de 607.7 kg (n=4). Para la fase 4, el peso corporal promedio de las vacas alimentadas con el concentrado con 16% de proteína (tratamiento 1) fue de 538.0 kg (n=5); las vacas del grupo control pesaron en promedio 601.54 kg (n=8). No hubo diferencia significativa entre los tratamientos de cada una de las 4 fases.

Se concluye que en las primeras 15 a 20 semanas se recomienda ofrecer un alimento con alta densidad de nutrientes (20% de proteína y 1.83 Mcal ENL/kg ), y para el resto de la lactancia se recomienda un concentrado con 18% de proteína y 1.67 Mcal ENL/kg. Se recomienda que se estudie el efecto de la adición limitada de grasa y proteína de sobrepaso en la ración de vacas lecheras entre la semana 20 a 30 de la lactancia.



**8.- BIBLIOGRAFIA**

- Allen, M.S y Knowlton, K.F. 1995. Non-structural carbohydrates important for ruminants. Feedstuffs, Abril 17, 1995 : 13 - 15.**
- Aston, K. Thomas, C. Daley, S.D. and Sutton, J.D. 1994. Milk production form grass silage diets: effects of the composition of supplementary concentrates. Anim. Prod. 59 : 335 - 344.**
- Brade, W. 1992. A review of the influence of breeding, feeding and other factors on milk production and composition. Animal Research and Development. 36: 68 - 89.**
- Broster, W.H y Swan, H. 1983. Estrategias de alimentación para vacas lecheras altas productoras. Primera edición en español . A.G.T. Editor, S.A. México Pp 21-37**
- Campling, R.C and Murdoch, J.C. 1966. The effect concentrate on the voluntary intake of roughages by cows. J. Dairy Res., 33, 1-11**
- Chandler, P. 1991a. Proper management of dairy herd feeding offers economic advantages, Feedstuffs, February 25. Pp 13-16**
- Chandler, P. 1991b. Feeding of high - producing dairy herd requires cordination of many factors. Feedstuffs April 22, 1991. Pp 17 - 18**
- Chandler, P. 1995. Energy needs of lactating dairy cow must be frequently evaluated. Feedstuffs. 10 April 1995, 14 - 18.**
- Clark, J.H. and Davis, C.L. 1983. Future improvement of milk production: Potential for nutritional improvement. J. Anim. Sci. 57: 750.- 764**
- Close, W. and Menke, K. H. 1986. Selected Topics in Animal Nutrition. Manual for the 3<sup>rd</sup> Hohenheim course on animal nutrition in the tropics and semi - tropics. 2<sup>nd</sup> Ed. DSE. 248 pp.**

- Coomer, J.C. Amos, H.E. Williams, C.C. and Wheeler, J.G. 1993. Response of early lactation cows to fat supplementation in diets with different nonstructural carbohydrate concentration, J Dairy Sci. 78:3747-3753**
- Coppeck, C.E. and Wilks, D. L. 1991. Supplemental fat in high - energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. J. Anim. Sci. 69: 3826 - 3837.**
- Cushnahan, A. and Mayne, C.S. 1995. Effects of ensilage of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle. Animal Science. 60 : 337-345.**
- Erdman, R. A. 1988. Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review. J. Dairy Sci 71:3246.**
- Feng, P. Hoover, W. H. Miller, T.K. and Blauwiel, R. 1993. Interactions of fiber and nonstructural carbohydrates on lactation and ruminal function. J. Dairy Sci. 76 : 1324 - 1333.**
- Friggens, N., Emmans, G. C. , Robertson, S., Chamberlain, D.G., Whittemore, C.T., and Oldham, J.D. 1995. The lactation responses of dairy cows to amount of feed and to source of carbohydrate energy. J. Dairy Sci. 78 : 1734 - 1743.**
- Grieve, D.G. Macloed, G.K Batra, T.R Burnside, E.B. Stone, J.B. 1976. Relationship of feed intake and ration digestibility to estimated transmitting ability, body weight, and efficiency in first lactation. J. Dairy Sci. 59 : 1312-1318**
- Harris, B and Smith, W.A. 1993. Feeding in early lactation. Feed Mix. 1:12-17.**
- Holter, J. B. Hayes, H. H. Kierstean, N. and Whitehouse, J. 1993. Proten - Fat Bypass supplement for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 76 : 1342 - 1352.**
- INEGI, 1993. El sector alimentario en México. Edición 1993. Ags., México. Pp. 1-292**
- INEGI, 1994. Resultados definitivos del VII censo Agrícola - Ganadero , estado de Nuevo León. Tomo I. Ags., México Pp 320 - 365.**

- Kaufmann, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livestock. Prod. Sci* 3. 103-114.**
- Kawas, J.R. 1995. Factores que afectan el consumo voluntario y el equilibrio energético de vacas lecheras. Memorias del curso taller internacinal "Consumo voluntario de alimento". Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. Mayo 1995. pp 38-46.**
- Kawas, J.R., Shaver, R.D., Woodford, J.A., Jorgensen, N.A. and Rohweder, D.A. 1983. Forage quality for cattle. *Proceedings of the 44th. Minesota Nutrition Conference* Pp 67-77.**
- Kirchgessner, M. und Schwarz, F. J. 1984. Einflussfaktoren auf die Grundfutteraufnahme bei Milchkühen. *Übersichten z Tierernährung* 12: 187 - 214.**
- Maiga, H.A., Schingoethe, D.J , and Ludens, F.C. . 1995. Evaluation of diets supplemental fat with different sources of carbohydrates for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78 :1122-1130.**
- McCullough, E.M. 1991. Feeding strategies for the dairy herd require careful selection. *Feedstuffs*, November 18. Pp 14-17, 50.**
- N R C. 1989. Nutrient Requirements of Dairy cattle. Sixth revised edition. National Academy Press. Washington . Pp 157.**
- Ørskov, E.R., Grubb, D.A. and Kay, R.N.B. 1977. Effect of post-ruminal glucose or protein supplementation on milk yield and composition in Friesian cows in early lactation on negative energy balance. *Brit. J. Nutr.*, 38 : 397 - 405.**
- Pearson, C.J. e Ison, R.L. 1987. Agronomy of grassland systems. Cambridge University Press. Cambridge, New York, Sydney. Pp 169.**
- Petit. H. V , Tremblay, G.F. 1995. Milk Production and intake of Lactating Cows Fed Grass Silage with Protein and Energy Supplements. *J. Dairy Sci.* 78:353-361.**

- Rohr, K., Lebzien, P., Schafft, H. y Schulz, E. 1986. Prediction of duodenal flow of non-ammonia nitrogen and amino acid nitrogen in dairy cows. Livest Prod. Sci.14: 29 - 40.**
- Rohweder, D.A., Barnes, R.F. and Jorgensen, N.A.. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluation quality . J. Anim. Sci. 47:747-759.**
- Sánchez, D.F. 1990. Factores ambientales y genéticos que influyen sobre la producción de leche en un hato lechero del noreste de México. Ciencia Agropecuaria Facultad de Agronomía de la Universidad Autonoma de Nuevo León. 3 : 31-39**
- Sarwar, M., Firkins, J.L., and Eastridge, M.L.. 1992. Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 75: 1533-1542.**
- Schwab, C.G., Young, A.J., Whitehouse, N.L., Socha, M.T. 1993. Feeding and milk quality. Feed mix. 1: 38 - 41.**
- Sklan, D. and Tinsky, M. 1993. Production and reproduction responses by dairy cows fed varying undegradable protein coated with rumen bypass fat. J. Dairy Sci. 76 : 216 - 223.**
- Sutton, J.D. 1976. Energy supply from the digestive tract of cattle. In principles of cattle production. Ed. H. Swan and W.H. Broster. Pp 121-143. Butterworth, London.**
- Tyrrell, H.F., Moe, P.W. and Bull, L.S. 1973. Energy value of cracked corn and dried beet pulp feed to Holstein cows J.Dairy Sci. 56: 384 - 1385**
- Van Saun, R.J. Idleman, S.C and Sniffen, C.J. 1993. Effect of undegradable protein amount fed prepartum on postpartum production in first lactation Holstein cow. J. Dairy Sci. 76:236-244.**

- Wagness, P. J. and Muller, L.D. 1981. Maximum forage for dairy cow: Review. J. Dairy Sci. 64:1-13.**
- Weiss, W. P. 1993. Dietary fiber requirements of dairy cattle explored. Feedstuffs. 8 November 1993. Pp 14 - 17.**
- Williams, P.E.V. , Tait, C.A.G. , Innes, G.M. and Newbold, C.J. 1995 Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. J. Anim. Sci. 69:3016 -3026.**
- Woodford, S. T. y Murphy, M. R. 1987. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci 71: 674 - 686**
- Yadava, R.K. Conrad, H. Rand Gilmore., L.O. 1973. Effect of body condition at calving on the feed intake and digestibility of the dairy cow. J. Anim. Sci. 43 : 16 - 24.**

## **APÉNDICE**

**Tabla de ANVA de producción de leche para las 4 fases de la lactancia.**

**FASE 1**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>54.327</b>	<b>54.327</b>	<b>9.002</b>	<b>.008</b>
<b>Prod. inic.</b>	<b>1</b>	<b>189.614</b>	<b>189.614</b>	<b>31.418</b>	<b>.008</b>
<b>Residual</b>	<b>17</b>	<b>6.035</b>	<b>102.599</b>		
<b>total</b>	<b>19</b>	<b>22.805</b>	<b>433.357</b>		

**FASE 2**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>59.105</b>	<b>59.105</b>	<b>10.023</b>	<b>.006</b>
<b>Prod. inic.</b>	<b>1</b>	<b>15.006</b>	<b>15.006</b>	<b>2.545</b>	<b>.130</b>
<b>Residual</b>	<b>16</b>	<b>94.354</b>	<b>5.897</b>		
<b>total</b>	<b>18</b>	<b>156.962</b>	<b>8.720</b>		

**FASE 3**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>19.017</b>	<b>19.017</b>	<b>1.295</b>	<b>.293</b>
<b>Prod. inic.</b>	<b>1</b>	<b>99.318</b>	<b>99.318</b>	<b>6.763</b>	<b>.035</b>
<b>Residual</b>	<b>7</b>	<b>102.792</b>	<b>14.685</b>		
<b>total</b>	<b>9</b>	<b>221.127</b>	<b>24.570</b>		

**FASE 4**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>.106</b>	<b>.106</b>	<b>.022</b>	<b>.885</b>
<b>Prod. inic.</b>	<b>1</b>	<b>76.050</b>	<b>76.050</b>	<b>15.943</b>	<b>.003</b>
<b>Residual</b>	<b>10</b>	<b>47.700</b>	<b>4.770</b>		
<b>total</b>	<b>12</b>	<b>37.465</b>	<b>11.455</b>		

**Tabla de ANVA de conversión de alimento concentrado a leche, para las 4 fases de la lactancia**

**FASE 1**

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Trata.	1	.007	.007	2.748	.115
Residual	18	.048	.003		
Total	19	.056	.003		

**FASE 2**

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Trata.	1	.007	.007	4.483	.049
Residual	17	.025	.001		
Total	18	.031	.002		

**FASE 3**

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Trata.	1	.008	.008	14.583	.005
Residual	8	.004	.001		
Total	9	.012	.001		

**FASE 4**

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Trata.	1	.005	.005	.860	.376
Residual	10	.058	.006		
Total	11	.062	.006		



**Tablas de ANVA de % de grasa de las 4 fases de la lactancia.**

**FASE 1**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>.291</b>	<b>.291</b>	<b>1.357</b>	<b>.261</b>
<b>Residual</b>	<b>16</b>	<b>3.427</b>	<b>.214</b>		
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>3.717</b>	<b>.219</b>		

**FASE 2**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>.937</b>	<b>.937</b>	<b>3.635</b>	<b>.075</b>
<b>Residual</b>	<b>16</b>	<b>4.122</b>	<b>.259</b>		
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>5.059</b>	<b>.990</b>		

**FASE 3**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>.216</b>	<b>.216</b>	<b>1.004</b>	<b>.350</b>
<b>Residual</b>	<b>7</b>	<b>1.505</b>	<b>.215</b>		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>1.720</b>	<b>.215</b>		

**FASE 4**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>.022</b>	<b>.022</b>	<b>.047</b>	<b>.832</b>
<b>Residual</b>	<b>10</b>	<b>4.632</b>	<b>.462</b>		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>4.65</b>	<b>.423</b>		

**Tablas de ANVA de peso corporal de las 4 fases de la lactancia.**

**FASE 1**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>12213.907</b>	<b>12213.907</b>	<b>4.645</b>	<b>.048</b>
<b>Residual</b>	<b>15</b>	<b>39446.135</b>	<b>2629.742</b>		
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>51666.042</b>	<b>3228.753</b>		

**FASE 2**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>21.531</b>	<b>21.531</b>	<b>.014</b>	<b>.908</b>
<b>Residual</b>	<b>16</b>	<b>24746.028</b>	<b>1546.627</b>		
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>24767.559</b>	<b>1456.915</b>		

**FASE 3**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>7981.067</b>	<b>7981.067</b>	<b>3.026</b>	<b>.120</b>
<b>Residual</b>	<b>8</b>	<b>21096.740</b>	<b>2637.092</b>		
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>29077.806</b>	<b>3230.867</b>		

**FASE 4**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Trata.</b>	<b>1</b>	<b>1102.503</b>	<b>1102.503</b>	<b>.293</b>	<b>.599</b>
<b>Residual</b>	<b>11</b>	<b>41460.199</b>	<b>3769.109</b>		
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>42562.702</b>	<b>3546.892</b>		

