

**Evaluación de cuatro frecuencias de  
alimentación en ganado Holstein, en la  
comarca Lagunera, Las Lomas, Durango,  
México**

**Dennis Lawrence Carvajal Núñez  
Oscar Antonio Pérez Perdomo**

**ZAMORANO**  
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria  
Diciembre, 2007

**ZAMORANO**  
**Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Evaluación de cuatro frecuencias de alimentación en ganado  
Holstein, en la comarca Lagunera, Las Lomas, Durango,  
México**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
a títulos de Ingenieros Agrónomos en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Dennis Lawrence Carvajal Núñez**  
**Oscar Antonio Pérez Perdomo**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

Los autores conceden a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor

---

Dennis Lawrence Carvajal Núñez

---

Oscar Antonio Pérez Perdomo

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

**Evaluación de cuatro frecuencias de alimentación en ganado  
Holstein, en la comarca Lagunera, Las Lomas, Durango,  
México**

Presentado por:

Dennis Lawrence Carvajal Núñez

Oscar Antonio Pérez Perdomo

Aprobado por:

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Asesor Principal

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Coordinador del Área  
Temática Zootecnia

---

Isidro Matamoros, Ph.D.  
Asesor

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Director Carrera de  
Ciencia y Producción  
Agropecuaria

---

Angel Suazo, M.A.E.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

**DEDICATORIA**  
**D.L.C.N**

A Dios.

A mis padres Dennis y Ana.

A mi familia.

**DEDICATORIA**  
**O.A.P.P**

A Dios porque es el todopoderoso y el mejor amigo que hay en este planeta.

A mis padres por estar conmigo siempre y ser mi fuente de inspiración y admiración para seguir adelante y por ser las personas que más quiero juntos a mis hermanos en mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

### **D.L.C.N**

A Dios todopoderoso.

A mis padres Dennis y Ana Olinda por su apoyo, sacrificios, frases y consejos tan oportunos.

A mis hermanos Rony, Allan y Yobany por preocuparse por mí.

A Paola por estar ahí conmigo en las buenas y en las malas.

A mis abuelitos y tíos por estar pendiente de mí.

A mis compañeros de cuarto por los cuatro años Enrique Cruz y Axel Morales.

Al Dr. Hincapié, Dr. Matamoros y Ing. Ángel Suazo por su apoyo, confianza, dedicación y colaboración, lo que permitió culminar con éxito este proyecto

A mis compañeros y amigos por su amistad y los momentos agradables juntos: en especial a Miguel Cabrera, Oscar Pérez, Michel Oliva, Roger Osorto, Melin Rivera, Liz Norales, Sergio Enamorado, Juan José, Enrique Cruz, Sandor Cruz.

Al Ing. Jaime Maradiaga, Ing. Marlon Peralta, Dr. Gerardo Delgado por la colaboración y empeño para que este proyecto se llevara a cabo.

Al todo el personal de Tecnología Lechera S.A de C.V. por su apoyo y dedicación.

Al todo el personal del Establo Santa Lucía por su apoyo, colaboración, empeño y deseo para la ejecución del proyecto.

## **AGRADECIMIENTO O.A.P.P**

A Dios por que es el ser supremo y la máxima autoridad del universo, por haberme permitido lograr uno de mis objetivos, que sin la ayuda de él esta investigación no hubiese sido posible.

A mis padres por todo el amor que siempre me han brindado incondicionalmente, por el apoyo en mis estudios en Zamorano, por inculcarme valores fundamentales como el respeto, responsabilidad, honradez y humildad, por confiar en mis capacidades, por apoyarme en mis actividades, por todos los consejos, por enseñarme que hay que ser positivos y confiar en Dios ante toda adversidad, por hacer de mí cada vez un mejor hijo, un mejor hermano, un mejor amigo y una mejor persona.

A mis hermanos Melvin y Claudia por ser mi fuente de inspiración para ser un ejemplo a seguir para ellos.

A mis asesores: John J. Hincapié, Isidro Matamoros y Ángel Suazo, por la colaboración para que este estudio se llevara a cabo.

A Jaime Maradiaga Colindres, Marlon Alexis Peralta y Gerardo Rubio por enseñarme sus conocimientos del agro, y por desarrollar habilidades en mí persona.

A la Empresa Tecnología Lechera S.A. de C.V. por la colaboración de todo el personal para que mi práctica profesional fuese productiva.

A mis amigos del Zamorano en especial a: Miguel, Enrique, Dennis, Roger, Melin, Sergio, Juan José, Michel, Axel, Sandor, Liz Abraham por brindarme su sincera amistad incondicionalmente y por su apoyo en todo momento y por hacer de estos cuatro años una gran huella en mi vida.

## RESUMEN

Pérez Oscar; Carvajal Dennis. 2007. Evaluación de cuatro frecuencias de alimentación en ganado Holstein, en la comarca Lagunera, Las Lomas, Durango, México. Proyecto especial del programa de Ingenieros Agrónomos, Zamorano, Honduras. 32 p.

La nutrición animal es importante, tanto en el aspecto cuantitativo como en el económico. En sistemas de producción pecuaria los costos de alimentación representan el mayor porcentaje de los costos totales, es por eso que en México se buscan estrategias para disminuirlos y aumentar la rentabilidad. El estudio se realizó en la finca Santa Lucía, donde se evaluaron cuatro diferentes frecuencias de alimentación con una ración totalmente mezclada (RTM) en cuatro grupos de 90 vacas cada uno, ofreciendo descargas de la dieta de 100% (R-100%), dos descargas de 50% (R-50%), tres descargas de 33% (R-33%) y cuatro descargas de 25% (R-25%) respectivamente. Las variables que se analizaron fueron: consumo de Materia Seca (kg/vaca/día), producción de leche diaria (L/vaca/día), conversión alimenticia y costos por tratamientos. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Las diferencias fueron significativas ( $P < 0.05$ ) en el consumo de materia seca en el tratamiento R-50%, el cual fue mayor al resto de los tratamientos, sin embargo, las frecuencias de alimentación durante el día no presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) sobre la producción de leche. El efecto de la temperatura y humedad relativa durante el estudio determinó estrés calórico moderado en los animales. Se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el índice de conversión alimenticia en el tratamiento R-33% el cual fue menor al resto de los tratamientos. Se determinó que ofreciendo el tratamiento R-100% se tiene un efecto considerable en la disminución de costos.

**Palabra clave:** Consumo de materia seca, índice de conversión alimenticia, índice de temperatura y humedad relativa, nutrición, producción de leche, ración totalmente mezclada.

**CONTENIDO**

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria DLCN.....	iv
Dedicatoria OAPP.....	v
Agradecimientos DLCN.....	vi
Agradecimientos OAPP.....	vii
Resumen.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de Cuadros.....	x
Índice de Anexos.....	xi
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>12</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>13</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadros

1. Temperatura promedio mensual (°C) en Las Lomas, Durango, México durante los años 2006-2007.....	3
2. Humedad relativa promedio mensual (%) en Las Lomas, Durango, México durante los años 2006-2007.....	3
3. Horarios de descargas de alimento por cada tratamiento.....	4
4. Dieta utilizada en la finca Santa Lucía.....	5
5. Consumo de materia seca por tratamiento.....	7
6. Producción de leche/vaca semanal por tratamiento durante la investigación.	7
7. Comparación de temperatura y humedad en relación con la tabla Armstrong (1994) durante la investigación.....	8
8. Comparación del índice de conversión alimenticia entre los tratamientos...	9
9. Descripción de los costos incurridos en la alimentación en la finca Santa Lucía.....	9
10. Costos por tratamiento alimentando 90 vacas en la finca Santa Lucía.....	10

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexos

1. Tabla de Armstrong (1994): Índice Temperatura Humedad (ITH).....	15
2. Análisis de laboratorio NUPLN de Silo de Maíz.....	16
3. Análisis de laboratorio NUPLN de Heno de alfalfa.....	17

## INTRODUCCIÓN

La nutrición animal es importante, tanto en el aspecto cuantitativo como en el económico, por lo que los productores en la cuenca lechera del norte de México buscan maximizar la producción, y a la vez reducir los costos de alimentación. En la mayoría de sistemas de producción pecuaria los costos de alimentación representan el mayor porcentaje de los costos totales, es por eso que muchas fincas en México buscan estrategias para disminuirlos con el fin de aumentar la rentabilidad.

El frecuentar el alimento dos veces al día es común, sin embargo, esta teoría se contradice al decir que al aumentar el número de frecuencias también aumenta la cantidad de Materia Seca (MS) ingerida, de la misma manera al reducir el número de frecuencias al día tenemos una disminución de los costos y por ende una mayor productividad (Kudrna 2003).

En Finlandia se ofreció a un grupo de vacas Ayrshire la ración cinco veces al día y a otro grupo una vez al día, no se encontró diferencia (32.8 kg/día y 32.5 kg/día respectivamente) en la composición y producción de leche. Sin embargo, las vacas alimentadas una vez al día mostraron dos picos de alimentación en el día, mientras que las alimentadas cinco veces tendían a ingerir más alimento después de cada alimentación (Wbrehme 2004).

Shabi (1999) y Le Liboux y Peyraud (1999), encontraron que al aumentar el número de alimentación de una a dos, a cuatro ó a seis hubo un incremento en el Consumo de Materia Seca (CMS), que sin embargo, no se reflejó en un aumento en la producción de leche. Al contrario en estudios realizados por Phillips y Rind (2001) la producción de leche y la ingestión de MS fue menor en vacas alimentadas cuatro veces al día en comparación con vacas alimentadas una vez al día. Estudios realizados por Kudrna (2003) demuestran que fraccionando cuatro veces el concentrado se obtiene una producción óptima de leche.

Mäntysaari (2006) encontró que alimentar una o cinco veces al día no tuvo ningún efecto sobre la composición y la producción de leche. Sin embargo, las alimentadas una vez al día mostraron un mayor consumo de la Ración Totalmente Mezclada (RTM), y que por consiguiente, hay diferencia en su comportamiento, ya que al alimentar cinco veces al día disminuye el tiempo de descanso de las vacas.

En el comedero se ha encontrado una menor proporción de partículas gruesas en las 0-12 horas después de alimentar y hay una mayor proporción de partículas gruesas en las horas 13-24 después de alimentar. Para corregir el problema de la clasificación es recomendable aumentar la frecuencia de oferta de la Ración Totalmente Mezclada (RTM), disminuir el tamaño de partícula, suministrar un orden correcto de los ingredientes en el mezclador, agregar menos heno a la mezcla, alimentar con un heno de alta calidad, procesar el ensilaje de maíz, la adición del agua a la mezcla, y la adición de un suplemento líquido a la mezcla (Shaver 2000).

Basados en lo anterior, se realizó una investigación la cual tuvo como objetivo general evaluar cuatro frecuencias de alimentación en diferente proporción y determinar su efecto sobre la producción y como objetivos específicos evaluar el consumo de materia seca y producción de leche, determinar la conversión alimenticia (cantidad de litros producidos por kg. de materia seca consumido) para cada tratamiento, determinar el índice temperatura y humedad relativa ITH y determinar los costos para cada sistema de alimentación.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó entre Febrero y Marzo de 2007, en la finca Santa Lucía ubicada en la cuenca lechera de Las Lomas, Durango, México. 103° 26' 33" E y 25° 32' 40" N, a una altura de 1,120 msnm, con un clima seco y una precipitación promedio anual de 240 mm, temperatura media anual de 22° C (Cuadro 1) y humedad relativa anual de 55% (Cuadro 2).

Cuadro 1. Temperatura promedio mensual (°C) en Las Lomas, Durango, México durante los años 2006-2007.

A/M*	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Temp. Media anual °C
2006	15.6	19.3	23.7	27.8	28.6	29.1	29.0	27.8	25.9	23.7	19.2	13.3	23.6
2007	13.5	18.5	22.4	25.5									

Fuente: CONAGUA, Torreón, Coahuila, México.2007

\*Año / Mes

Cuadro 2. Humedad relativa promedio mensual (%) en Las Lomas, Durango, México durante los años 2006-2007.

A/M*	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	%HR Media Anual
2006	55	42	43	61	58	51	55	58	62	61	53	63	55
2007	62	45	45	44									

Fuente: CONAGUA, Torreón, Coahuila, México.2007

\*Año / Mes

La finca cuenta con 1600 vacas Holstein en ordeño; con promedio de producción de 21 litros vaca/día . El estudio se realizó con 360 vacas Holstein distribuidas en cuatro grupos de 90 vacas.

La finca cuenta con un sistema estabulado todo el año con dos ordeños al día (6:00 am y 6:00 pm). La alimentación se realiza suministrando una Ración Totalmente Mezclada (RTM) con cuatro frecuencias diarias, dos en la mañana y dos en la tarde, utilizando un carro mezclador de cinco toneladas.

Algunos de los insumos que se utilizaron en la ración fueron comprados en la planta de alimentos NUPLÉN (maíz rolado, semilla de algodón, pasta de soya, núcleo mineral) y otros fueron producidos en la finca (heno de alfalfa, silo de maíz).

Se utilizaron cuatro corrales de 90 vacas cada uno, en donde se aplicaron los siguientes tratamientos:

Ración 100% (R-100%): Ofrecer el 100% de la dieta, en una sola descarga.

Ración 50% (R-50%): Ofrecer el 50% de la dieta, en dos descargas durante el día.

Ración 33% (R-33%): Ofrecer el 33% de la dieta, en tres descargas durante el día.

Ración 25% (R-25%): Ofrecer el 25% de la dieta, en cuatro descargas durante el día.

**Criterios de inclusión.** Se incluyeron vacas con 20–180 días en leche, sanas (sometidas a revisión veterinaria) y una condición corporal promedio para todos los corrales de 3 en una escala de 1-5.

**Control de tratamientos.** Para distinguir las vacas y evitar confusiones al momento del ordeño, se les colocó cintas de diferentes colores en cada arete. El alimento se ofreció en horas establecidas según el tratamiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Horarios de descargas de alimento por cada tratamiento.

Tratamiento	Descargas de alimento			
	am		pm	
R-100%				4:00
R-50%	5:00			4:45
R-33%	7:15		3:15	10:45
R-25%	5:45	11:45	5:30	10:15

**Alimentación.** Las vacas se alimentaron utilizando RTM con la misma composición para todos los tratamientos. Los ingredientes fueron cargados en el carro rotomix equipado con una báscula digital, para posteriormente ser mezclados; el Cuadro 4 muestra la composición de la ración, la cantidad de kg de RTM/vaca/día y el costo de la misma.

Cuadro 4. Dieta utilizada en la finca Santa Lucía.

<b>Ingrediente</b>	<b>Materia Fresca</b>	<b>Materia Seca</b>	<b>\$ /kg MF</b>	<b>\$ / Ingrediente</b>
Silo de Maíz	20.000	5.200	0.05	1.09
Heno de Alfalfa	5.600	5.100	0.20	1.12
Maíz Rolado	6.500	5.790	0.16	1.06
Semilla de Algodón	2.000	1.840	0.20	0.40
Pasta de Soya	1.100	0.990	0.26	0.29
Grano de Destilería	1.600	1.500	0.02	0.03
Soy Plus (proteína by pass)	0.300	0.270	0.29	0.09
Urea 45% PB	0.080	0.080	0.05	0.00
Gluten de Maíz	0.250	0.230	0.43	0.11
Salvado de Trigo	0.100	0.090	0.13	0.01
Melaza	0.400	0.300	0.16	0.07
Bicarbonato de sodio	0.300	0.300	0.23	0.07
Alimet	0.007	0.007	3.16	0.02
Carbonato de Calcio	0.130	0.130	0.02	0.00
Carbonato de Potasio	0.050	0.050	0.97	0.05
Levadura	0.010	0.009	2.83	0.03
EDDID (yodo 3%)	0.002	0.002	25.03	0.05
Metionina	0.011	0.011	15.27	0.17
Ortofosfato de Calcio	0.050	0.048	0.38	0.02
Minerales Trazas	0.010	0.010	4.08	0.04
Oxido de Magnesio	0.050	0.049	0.32	0.02
Oxido de Manganeso	0.002	0.002	0.46	0.00
Sulfato de Cobre	0.002	0.002	1.52	0.00
Vitamina E (500 UI/kg)	0.001	0.001	5.00	0.01
Aceite Mineral	0.001	0.001	0.98	0.00
Redox	0.003	0.003	2.00	0.01
Total de Kilogramos	<b>38.559</b>	<b>22.015</b>		
		<b>Costo \$ total de la ración / vaca</b>		<b>4.74</b>
		<b>Costo \$ / kg MF</b>		<b>0.12</b>
		<b>Costo \$ / kg MS</b>		<b>0.22</b>

1 \$= Dólares

1US\$= 11.0 Pesos Mexicanos

Para que las vacas tuvieran siempre el alimento disponible se utilizó un tractor con llanta roladora, para arrimar el alimento en los comederos, por lo que la falta de arrime de la ración no fue una limitante para el consumo de materia seca.

**Medición de materia seca de la ración.** Se tomó una muestra de 100 g de la ración mezclada al inicio y al final del día con el fin de medir la deshidratación del alimento. Se colocaron 100 g de muestra en un microondas por tres minutos y se pesaron en una báscula digital, y se repitió el proceso hasta no encontrar diferencia en peso entre cada tiempo.

**Medición de Consumo de Materia Seca.** El Consumo de Materia Seca (CMS) se calculó por diferencia entre lo ofrecido y el sobrante en cada corral. El consumo se calculó por grupo y se sacó el promedio CMS/vaca/día debido a que el diseño de las instalaciones de la finca es una limitante para que se hubiese hecho individual.

**Medición de producción de leche.** La finca cuenta con una sala de ordeño doble espina de pescado de 10 vacas por tanda, la producción se midió en el turno de la mañana (6:00 am- 1:00pm) y por la noche (6:00pm-12:00pm) manualmente con la ayuda de metatronas. Las mediciones se hicieron cada tres días y se sumaron las dos producciones para sacar la producción total diaria. Luego debido a la diferencia en días en leche entre corrales se hizo una corrección para uniformizar los grupos a 152 días en leche considerando el porcentaje de grasa, producción y días en leche, mediante la formula:  $ACM = (0.432 \times \text{kg leche}) + (16.25 \times \text{kg grasa}) + [(0.0029 \times \text{kg leche}) \times (\text{días en leche promedio} - 152)]$  (Mahanna 1998). Debido a la diferencia en número de lactancias de los animales se hizo una corrección para uniformizar los datos de producción, utilizando el factor de corrección de 1.28 para las vacas con una lactancia y de 1.09 para las vacas con dos lactancias (Gomez y Tewolde 1999).

**Medición de humedad relativa y temperatura.** Los datos de temperatura y humedad relativa se recolectaron en el centro meteorológico de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA 2007) aledaño a la zona, y se usaron para calcular el Índice de Temperatura y Humedad relativa (ITH) para monitorear la incidencia de estrés calórico durante el periodo de investigación.

Se analizaron las siguientes variables: Consumo de Materia Seca (kg/vaca/día); producción de leche diaria (l/vaca/día); conversión alimenticia (cantidad de litros producidos / kg consumidos de MS); costos por tratamientos: Por cada tratamiento se calculó el gasto de alimentación tomando en cuenta: combustible, mano de obra y mantenimiento de equipo.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS 2003), utilizando el Modelo Lineal general (GLM) y separación de medias; en los valores donde se encontraron diferencias se aplicó el procedimiento de Diferencia Mínima Significativa (DMS). El nivel de significancia exigido fue  $< 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Consumo de Materia Seca (CMS).** El consumo fue mayor ( $P<0.05$ ) con el tratamiento R-50% con relación al resto de los tratamientos (Cuadro 5); sin embargo, esta diferencia no se reflejó en un incremento en la producción, lo que afectó negativamente la conversión alimenticia; posiblemente esta diferencia se debe a que se repartió el alimento en las horas más frescas por lo que los picos de consumo aumentaron. Estos resultados coinciden con las investigaciones realizadas por Shabi *et al.* (1999) y Le Liboux y Peyraud (1999) quienes incrementando la frecuencia de alimentación no obtuvieron un aumento en la producción.

Cuadro 5. Consumo de materia seca por tratamiento.

Trat.	Vacas	Consumo Semanal MS*				Promedio semanal	CMS** / Vaca
		kg.					
		1	2	3	4		
R-100%	90	1892	1895	1885	1835	1876 <sup>b</sup>	20.85 <sup>b</sup>
R-50%	90	1945	1957	2011	1961	1968 <sup>a</sup>	21.87 <sup>a</sup>
R-33%	90	1956	1919	1892	1905	1917 <sup>b</sup>	21.31 <sup>b</sup>
R-25%	90	1893	1855	1882	1893	1880 <sup>b</sup>	20.90 <sup>b</sup>

\*MS=Materia Seca

\*\*CMS= Consumo Materia Seca

CV = 2.22

<sup>ab</sup> Medias en columnas con letras diferentes difieren entre si ( $P<0.05$ )

**Producción de leche.** Las frecuencias de alimentación durante el día no afectaron ( $P<0.05$ ) la producción de leche (Cuadro 6). Estos resultados coinciden con las investigaciones realizadas en Finlandia por Wbrehme (2004) donde se alimentó una y cinco veces al día; de igual manera investigaciones realizadas por Shabi *et al.* (1999) y Le Liboux y Peyraud (1999), demostraron que el aumento en el número de alimentaciones de 1 a 2 a 4 y a 6, aumentó el consumo de materia seca del RTM, pero no tuvo efecto en la producción de leche.

Cuadro 6. Producción de leche/vaca semanal por tratamiento durante la investigación.

Tratamiento	Producción Semanal (l).				Promedio Total (l).
	1	2	3	4	
R-100%	28.02	27.19	26.01	26.15	26.84
R-50%	29.12	28.46	27.55	27.29	28.10
R-33%	29.46	29.08	27.48	27.26	28.32
R-25%	27.43	27.34	26.57	26.48	26.96

CV = 22.36

En el tratamiento R-100% el alimento permaneció 24 horas en el comedero, por lo tanto es posible que el animal tendía a seleccionar las partículas finas (granos). Krause (2006) concluye que al suministrar el alimento una vez al día hace que las vacas sean más susceptibles a una acidosis ruminal y por ende hay una menor digestión de fibra y menor crecimiento microbiano. Posiblemente el suministro de la ración fraccionada en dos o tres veces al día pueda garantizar una estabilidad en el pH del rumen y menor selección del alimento lo cual favorecería una buena salud ruminal disminuyendo las posibilidades de una acidosis, mientras que el suministro de la ración en cuatro o más veces podría afectar la producción ya que el animal gastará más energía en el día (mayor actividad física) en el proceso de alimentación.

**Índice de Temperatura y Humedad (ITH).** El Índice de Temperatura y Humedad (ITH) indica el grado de estrés térmico de los animales (Bianca 1962). El estrés se puede lograr con alta temperatura y humedad relativa media así como también temperatura media y alta humedad relativa. El efecto de la temperatura y humedad relativa durante el periodo de investigación determinó un estrés calórico moderado en los animales ya que se encontraba en el rango 72 -78, descrito en la tabla de Armstrong (1994) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de temperatura y humedad en relación con la tabla Armstrong (1994) durante la investigación

Relación	Límites de Temperatura °C		Límite de Humedad %		ITH*
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Amstrong (1994)	22.2	39.6	0	100	72 – 78
Febrero	12.1	25.3	25.3	62.2	<72-73
Marzo	11.5	27.2	28	56.8	<72-74

\*ITH = Índice de Temperatura y Humedad.

**Índice de Conversión Alimenticia (ICA).** El índice de conversión alimenticia es indispensable para evaluar de manera precisa el desempeño de un animal, y según Maradiaga (2005) debe estar entre 0.55 a 0.75. Valores mayores de 0.75 indican una mala conversión alimenticia y valores menores de 0.55 demuestran que el animal esta utilizando reservas para la producción de leche. El ICA logrado con el tratamiento R33% fue menor ( $P<0.05$ ) que el de los demás tratamientos (Cuadro 8); e indica una conversión alimenticia aceptable. Factores que pueden afectar el ICA son deficiencia en calidad de los forrajes, manejo de la finca, confort del animal e incidencia de enfermedades.

Cuadro 8. Comparación del índice de conversión alimenticia entre los tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>PPT*</b> <b>L</b>	<b>CMS** / vaca</b> <b>Kg</b>	<b>ICA***</b>
100%	26.84	20.85 <sup>b</sup>	0.78 <sup>b</sup>
50%	28.10	21.87 <sup>a</sup>	0.79 <sup>b</sup>
33%	28.32	21.31 <sup>b</sup>	0.75 <sup>a</sup>
25%	26.96	20.9 <sup>b</sup>	0.78 <sup>b</sup>
CV	22.36	2.22	2.33

ab Medias en columnas con letras diferentes difieren entre si (P<0.05)

\*PPT = Producción Promedio Total

\*\*CMS = Consumo de materia seca

\*\*\*ICA = Índice de conversión alimenticia

**Costo por tratamiento.** La alimentación representa más del 55-60% de los costos totales en un sistema de producción lechero; el principal costo incurrido en la alimentación son los costos de materia prima de la ración, otros costos son la mano de obra, combustible y mantenimiento de equipo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Descripción de los costos incurridos en la alimentación en la finca Santa Lucía

<b>Descripción</b>	<b>Costo *\$ / Día</b>	<b>Horas trabajadas / día</b>	<b>Costo *\$ / Hora</b>
<b>Combustible (Diesel)</b>			
Tractor 4450	183.38	16	11.46
Cargadora 920	76.40	16	4.77
Tractor Arrimador	22.92	16	1.43
<b>Mano de Obra</b>			
Encargado	19.48	12	1.62
Tractorista (dos turnos)	25.97	16	1.62
Cargador (dos turnos)	25.97	16	1.62
Arrimador (dos turnos)	25.97	16	1.62
<b>Mantenimiento</b>			
Tractor 4450	7.55	16	0.47
Carro Mixer 600-16	1.36	16	0.08
Cargadora 920	7.17	16	0.45
Tractor Arrimador	3.63	16	0.23
<b>\$ por hora</b>			<b>25.39</b>

\*\$ = Dólares

1USD\$=11.0 Pesos Mexicanos

Ofreciendo la ración una vez al día disminuye los costos por ahorro en tiempo de mano de obra, menos deterioro de la maquinaria y menos gasto de combustible (Cuadro 10). En los tratamientos R-25%, R-33%, R-50% los costos se mantienen constantes debido a que el manejo de la alimentación en la finca no permite una reducción de costos, por la cantidad de corrales y equipo disponible. Se podrían reducir los costos mediante el uso de otro carro de mayor capacidad, para distribuir adecuadamente los corrales y disminuir las horas de trabajos del equipo.

Cuadro 10. Costos por tratamiento alimentando 90 vacas en la finca Santa Lucía.

<b>Trat.</b>	<b># Corrales en la finca</b>	<b>Carros / día</b>	<b>Tiempo / carro</b>	<b>Mins / día</b>	<b>Horas / día</b>	<b>*\$ / Hora</b>	<b>\$/día/90 vacas</b>
R-100%	19	19	45	855	14.25	25.39	17.51
R-50%	19	20	45	900	15.00	25.39	18.43
R-33%	19	20	45	900	15.00	25.39	18.43
R-25%	19	20	45	900	15.00	25.39	18.43

\*\$ = Dólares

1US\$= 11.0 \$ pesos mexicanos

## CONCLUSIONES

1. La alimentación dos veces al día mejoró el consumo de materia seca, pero ninguna de las cuatro frecuencias mejoró la producción de leche.
2. El ITH determinó que en el periodo durante el cual se desarrolló la investigación, los animales estuvieron expuestos a un estrés moderado.
3. La frecuencia de alimentación de una vez al día tiene un efecto considerable en la disminución de los costos de producción ya que se ahorra tiempo de mano de obra, maquinaria y el gasto de combustible en relación a los demás tratamientos, sin embargo, esta reducción de costos no refleja mayor margen de utilidad bruta.

## **RECOMENDACIONES**

1. El uso de un carro mixer de nueve toneladas disminuiría sustancialmente los costos de combustibles y mano de obra.
2. Realizar el estudio durante la época de invierno para disminuir el efecto del estrés calórico.
3. Realizar estudios en donde se evalúe la salud ruminal, principalmente los cambios de pH, y la digestibilidad de la fibra, además la condición corporal de cada animal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, D. V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77: 2044–2050 p.
- Bianca W. 1962. *Nature.* 1995: 251-255 p.
- CONAGUA, 2007. Temperatura y humedad relativa. Torreón, México.
- Gomez, H. y Tewolde, A. 1999. *Arch. Latinoamérica. Producción Animal* 7, 1: 13-97 p.
- Kudrna V. 2003. Effect of different feeding frequency employing Total Mixed Ration (TMR) on dry matter intake and milk yield in dairy cows during the winter. *Acta Vet. Brno* 2003. 72: 533-539 p.
- Krause, M. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds. *Animal Feed Science and Technology.* 126 (2006), 215-236 p.
- Le Liboux, S. y J. L. Peyraud. 1999. Effect of forage particle size and feeding frequency on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed mixed diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 76:297–319 p.
- Maradiaga, J. 2005. Efecto nutricional para mejorar los sólidos totales. En ciclo internacional de conferencia sobre nutrición y manejo. Torreón. México. 15p.
- Mahanna, R. 1998. HOARD'S DAIRYMAN en español. Alimentación de ganado lechero de alta producción. 74-77 p.
- Mäntysaari, H., Khalili, J. y Sariola. 2006. Effect of feeding frequency of a Total Mixed Ration on the performance of high-yielding dairy cows. (En línea) Consultado el 10 de May. Disponible en: <http://jds.fass.org/cgi/content/full/89/11/4312?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=Frequency+of+feeding&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>
- Phillips, C. J. C. y M. I. Rind. 2001. The effects of frequency of feeding a Total Mixed Ration on the production and behaviour of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1979-1987 p.
- SAS. 2003. User Guide. Statistical Analysis System. Inc., Cary N.C.

Shabi. Z., I. Bruckental. S., Zamwell. H., Tagari, A. y Arieli. 1999. Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:1252–1260 p.

Shaver, R. D. 2000. Feed delivery and bunk management aspects of laminitis in dairy herds fed total mixed rations. *Proc. III Int. Conf. on Bovine Lameness. Parma, Italy.* 70-77 p.

Wbrehme. 2004. Efectos de la frecuencia de alimentación de vacas lecheras en rendimiento. (En línea). Consultado el 07 de may. Disponible en:  
<http://www.veternet.cl/nuke/modules.php?name=News&file=article&sid=1951>



## Anexo 2. Análisis de laboratorio NUPLN de Silo de Maíz


**NUPLN COMERCIALIZADORA, S.A. DE C.V.**

Nutrición Plena, Innovación Continua

NIRS No. 0140

**Informe de Análisis**

Propietario:	Juan Villarreal
Establo:	Santa Julia
Domicilio:	Domicilio Conocido
Solicitante:	Jaime Maradiaga
Fecha de recepción de muestra:	31 de Enero del 2007
Fecha de reporte:	31 de Enero del 2007

**Datos de la Muestra:**

Tipo de Muestra:	Silo de Maíz
Identificación:	-
Cantidad recibida de muestra:	1 252,30 g
No. de Control:	MF 0324

**Resultados:**

Parámetro	Unidades	Base húmeda	Base seca
Humedad	%	77.69	0.00
Materia seca	%	22.31	100.00
Proteína cruda	%	1.86	8.32
Proteína dañada p/calor	%	0.16	0.70
Proteína disponible	%	1.86	8.32
Proteína digestible estimada	%	1.38	6.20
Fibra ácido detergente	%	8.20	36.75
Fibra neutro detergente	%	13.24	59.35
T.N.D. Estimado	%	11.76	52.73
Energía estimada	Therms/cwt	10.84	48.60
Energía p/lactancia	Mcal/lb	0.14	0.61
Energía neta p/mitto.	Mcal/lb	0.11	0.48
Energía neta p/ganancia	Mcal/lb	0.05	0.23
<b>Minerales</b>			
Fósforo	%	0.05	0.22
Calcio	%	0.16	0.70
Potasio	%	0.33	1.47
Magnesio	%	0.03	0.14

**Referencia Método:**

NIRS (Espectrofotómetro de Rayo Cercano a Infrarrojo)

  
 Ing. Rodolfo Leiva Jarquín  
 Jefe de Laboratorio

  
 Q.F.B. Lidia Zamora  
 Químico

Laboratorio participante en los programas de verificación de resultados de la Association Of American Feed Control Officials AAFCO

Este informe avala la muestra recibida

Prohibida la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del laboratorio

Pag 1 de 1

**NUPLN COMERCIALIZADORA, S.A. DE C.V.**

 Caratón #305 Parque Industrial Logunero  
 Gómez Palacio, Dgo. México C.P. 35070  
 Tel: (871) 769 21 20 Fax: (871) 749 21 56

Empresa de Grupo LALA

[www.nuplen.com](http://www.nuplen.com)

## Anexo 3. Análisis de laboratorio NUPLN de Heno de Alfalfa



**NUPLN COMERCIALIZADORA, S.A. DE C.V.**

Nutrición Plena, Innovación Continua

NIRS No. 0138

**Informe de Análisis**

Propietario: Juan Villarreal  
 Establo: Santa Julia  
 Domicilio: Domicilio Conocido  
 Solicitante: Jaime Maradiaga  
 Fecha de recepción de muestra: 30 de Enero del 2007  
 Fecha de reporte: 31 de Enero del 2007

**Datos de la Muestra:**

Tipo de Muestra: Alfalfa Heno  
 Identificación: -  
 Cantidad recibida de muestra: 234,80 g  
 No. de Control: MF 0323

**Resultados:**

Parámetro	Unidades	Base húmeda	Base seca
Humedad	%	11.11	0.00
Materia seca	%	88.89	100.00
Proteína cruda	%	18.80	21.15
Proteína dañada p/calor	%	0.61	0.69
Proteína disponible	%	18.80	21.15
Proteína digestible estimada	%	13.28	14.94
Fibra ácido detergente	%	24.77	27.87
Fibra neutro detergente	%	30.76	34.60
T.N.D. Estimado	%	61.22	68.87
Energía estimada	Therms/cwt	52.30	58.84
Energía p/lactancia	Mcal/lb	0.63	0.71
Energía neta p/mtto.	Mcal/lb	0.64	0.72
Energía neta p/ganancia	Mcal/lb	0.40	0.45
Valor Relativo alimento	RFV	180.63	-
<b>Minerales</b>			
Fósforo	%	0.15	0.17
Calcio	%	1.53	1.72
Potasio	%	1.88	2.11
Magnesio	%	0.27	0.30

**Referencia Método:**

NIRS (Espectrofotómetro de Rayo Cercano a Infrarrojo)

**OBSERVACION: Muestra no representativa**

Ing. Rocio Larva Jarquín  
 Jefe de laboratorio

Q.F.B. Lidja Zamora  
 Químico

Laboratorio participante en los programas de verificación de resultados de la Association Of American Feed Control Officials AAFCO

Este informe avala la muestra recibida

Prohibida la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del laboratorio

Pag 1 de 1

**NUPLN COMERCIALIZADORA, S.A. DE C.V.**

Canatlán #305 Parque Industrial Lagunero  
 Gómez Palacio, Dgo. México C.P. 35070  
 Tel: (871) 769 21 20 Fax: (871) 749 21 56

Empresa de Grupo LALA

www.nuplen.com