

**Evaluación de la producción y  
composición de la leche con la adición de  
Optigen 1200<sup>®</sup> a la dieta de vacas lecheras  
en pastoreo en Zamorano, Honduras**

Galo Arturo Cevallos Muñoz

**ZAMORANO  
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Noviembre, 2006**

# **Evaluación de la producción y composición de la leche con la adición de Optigen 1200<sup>®</sup> a la dieta de vacas lecheras en pastoreo en Zamorano, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Galo Arturo Cevallos Muñoz

**ZAMORANO, HONDURAS**

Noviembre, 2006

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

---

Galo Arturo Cevallos Muñoz

**ZAMORANO, HONDURAS**

Noviembre, 2006

# **Evaluación de la producción y composición de la leche con la adición de Optigen 1200<sup>®</sup> a la dieta de vacas lecheras en pastoreo en Zamorano, Honduras**

Presentado por:

Galo Arturo Cevallos Muñoz

Aprobado por:

---

Miguel Vélez, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Abelino Pitty, Ph. D.  
Director Interino Carrera  
Ciencia y Producción  
Agropecuaria

---

Isidro Matamoras, Ph. D.  
Asesor

---

George Pilz, Ph. D.  
Decano Académico

---

Jonh Jairo Hincapié, Ph. D.  
Coordinador de Área de Temática  
Zootecnia

---

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

## **DEDICATORIA**

A Dios, la fuerza y luz de mi camino.

A mi padre Ing. Luis Cevallos por todo su incondicional apoyo y guía.

A mi madre Carmen Muñoz por ser la fuente de inspiración de mi vida.

A mis hermanos y hermanas: Javier, Wendy, Luis, Gabriela y Gabriel.

A mis más cercanos amigos zamoranos: Víctor y Leonardo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida y brindarme todo lo necesario para ser feliz.

A mi padre por su infinito apoyo y porque a lo largo de su vida me ha demostrado que es un ejemplo a seguir.

A mi madre por ser la base de mi vida, fuente de inspiración y sostén de mi familia.

A mis hermanos por todo lo que son y representan para mí.

A mis amigos y amigas zamoranos: Víctor, Leonardo, Emmanuel y Fernando por estar conmigo y hacerme sentir en familia.

A mis asesores Dr. Miguel Vélez y Dr. Isidro Matamoros, por su tiempo invertido y gran ayuda en la realización de este proyecto.

A mis amigos del establo por ayudarme a concretar la toma de datos.

## RESUMEN

Cevallos Muñoz, G. 2006. Evaluación de la producción y composición de la leche con la adicción de Optigen 1200<sup>®</sup> a la dieta de vacas lecheras en pastoreo. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras.

Se evaluó el efecto de la sustitución de la harina de soya por Optigen 1200<sup>®</sup> como fuente de N sobre la producción de leche, el contenido de grasa y la condición corporal en vacas en pastoreo rotacional intensivo de Tanzania (*Panicum maximum*). El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, a 800 m.s.n.m, entre septiembre y octubre de 2005. Se usaron 40 vacas Holstein o Pardo Suizo con no menos de 150 días de lactancia y no más de 120 días de gestación. Se ofrecieron dos concentrados con 21% de Proteína Cruda (PC) a razón de 0.4 kg por cada kilogramo de leche producida, el concentrado control tenía como base la soya como fuente de PC y en el experimental el 75% de la soya fue sustituido por Optigen 1200<sup>®</sup>. Se usó un diseño reversible con dos periodos de 28 días. En la producción de leche si se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con Optigen 1200<sup>®</sup> las vacas produjeron 16.9 kg/día y con la dieta control 17.8 kg/día. En el contenido de grasa no hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con 3.15% para las vacas alimentadas con Optigen 1200<sup>®</sup> y 3.01% para las vacas alimentadas con el control. En la condición corporal no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) con 2.75 (en escala del 1-5) en el grupo que recibieron Optigen 1200<sup>®</sup> y 2.79 en el control.

**Palabras clave:** Condición corporal, producción de leche, Tanzania (*Panicum maximum*).

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Autoría .....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Contenido.....	vii
Índice de cuadros .....	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	vi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	2
2.1. Localización .....	2
2.2. Animales .....	2
2.3. Tratamientos .....	2
2.4. Alimentación.....	3
2.5. Diseño experimental y análisis estadístico .....	4
2.6. Controles experimentales.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	5
3.1. Producción de forraje .....	5
3.2. Producción de leche .....	5
3.3. Condición corporal.....	6
3.4. Costos.....	6
4. CONCLUSIONES .....	8
5. RECOMENDACIONES.....	9
6. BIBLIOGRAFÍA .....	10

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Composición y costo (Lempira) del concentrado ofrecido diariamente a razón de 0.40 kg por kilogramo de leche producida durante el estudio en el Zamorano, Honduras.....	2
2.	Porcentaje de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD) de Tanzania ( <i>Panicum maximun</i> ) en Zamorano, Honduras.....	3
3.	Producción de leche, contenido de grasa y leche corregida al 4% de grasa de las 40 vacas en Zamorano, Honduras.....	6
4.	Condición Corporal de las 40 vacas en Zamorano, Honduras.....	6
5.	Diferencia del costo por vaca de suplementar con Optigen 1200 <sup>®</sup> y el control....	6
6.	Análisis económico por vaca de adicionar Optigen 1200 <sup>®</sup> a la dieta de vacas lecheras (precio de la leche de L 6.00) en Zamorano, Honduras.....	7

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figuras

1. Precipitación diaria durante los meses de septiembre y octubre de 2005 en Zamorano, Honduras..... 3
2. Oferta diaria de pasto Tanzania (*Panicum maximun*) durante los meses de septiembre y octubre de 2005 en Zamorano, Honduras.. ..... 5

## 1. INTRODUCCIÓN

Las vacas en producción requieren de 16-18% de Proteína Cruda (PC) en la dieta al principio de la lactancia y de 15-16% al final de la misma. Los pastos del trópico pertenecen a la familia de las C4, las cuales tienen un crecimiento rápido pero un nivel bajo de PC (Vélez *et al.* 2006). Para remediar esta deficiencia se suministran ingredientes que poseen alto contenido de proteína; el producto más usado es la soya, que es de alto costo.

Como alternativa se utilizan compuestos nitrogenados como la urea que se descompone en el rumen en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), el cual es usado por los microorganismos del rumen para sintetizar proteína microbiana de alto valor biológico, con la cual se le ofrece al animal una gama de aminoácidos adecuados a sus necesidades. Cuando se libera  $\text{NH}_3$  más rápido de lo que puede ser convertido en proteína microbiana, el exceso es absorbido a través de las paredes del rumen y en la sangre causa una alcalosis que puede ser fatal (Vélez *et al.* 2006).

Para reducir la velocidad de liberación de  $\text{NH}_3$  y eliminar el riesgo de intoxicación se disuelve la urea en melaza y se mezcla con el forraje o se combina con limitadores de consumo como el ácido fosfórico, o cal y cemento en los bloques multinutricionales. Últimamente se ha encapsulado la urea en un polímero con micro poros, el producto se ofrece en el mercado como Optigen 1200<sup>®</sup>, que tiene 43.5% de N y libera el N a una tasa similar a la de la harina de soya (Alltec Inc. 2004).

Debido a que Optigen 1200<sup>®</sup> es una fuente concentrada de proteína, se gana espacio en las raciones, permitiendo agregar otros ingredientes como forraje o subproductos, los cuales pueden mejorar la salud del rumen y el bienestar animal, y reduce los costos nutricionales. Dietas balanceadas con Optigen 1200<sup>®</sup> promueven un crecimiento mejor de las bacterias fibrolíticas, más producción de proteína microbiana, menos necesidad de proteína importada, y una mejor gestión ambiental del nitrógeno (Alltec Inc. 2004).

Por lo mencionado anteriormente se decidió estudiar los efectos de la adición de Optigen 1200<sup>®</sup> sobre la condición corporal, la producción y el contenido de grasa de la leche en ganado lechero en pastoreo bajo condiciones tropicales.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Localización

El estudio se realizó entre septiembre y noviembre de 2005 en la sección de ganado lechero del Zamorano, localizada en el Valle del Yeguaré a 32 km al SE de Tegucigalpa, Honduras, a 14° Norte y 87° Oeste, a una altura de 820 msnm, con una precipitación anual promedio de 1105 mm y una temperatura promedio de 24°C.

### 2.2. Animales

Se usaron 40 vacas Holstein o Pardo Suizo en pastoreo con menos de 150 días de lactación y no más de 120 días de gestación al inicio de la prueba.

### 2.3. Tratamientos

Se ofrecieron dos concentrados con 21% de PC, el control con soya como fuente de PC y el experimental en el cual se sustituyó 75% de la soya por Optigen 1200<sup>®</sup> (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición y costo (Lempira) del concentrado ofrecido diariamente a razón de 0.40 kg por kilogramo de leche producida durante el estudio en el Zamorano, Honduras.

Ingredientes	Costo kg	Optigen 1200 <sup>®</sup>		Control	
		%	Costo	%	Costo
Maiz molido	3.62	33.05	119.74	23.00	83.32
Harina de soya	7.09	7.84	55.59	29.90	211.93
Dried Distiller Grains (DDG's)	4.57	8.96	40.94	7.48	34.14
Harina de coquito	2.32	5.04	11.68	5.18	11.99
Semolina de arroz	2.88	24.65	70.99	24.15	69.56
Melaza	1.62	8.96	14.52	2.88	4.66
Megalac	9.00	7.28	65.55	6.10	54.86
Biophos	7.45	0.56	4.17	0.58	4.28
Vitaminas de ganado	15.19	0.22	3.40	0.23	3.49
Carbonato de calcio	0.63	0.50	0.32	0.52	0.33
Optigen 1200 <sup>®</sup>	76.00	2.91	221.40	0.00	0.00
Total		100.00	608.30	100.00	478.57

## 2.4. Alimentación

Los animales pastaron con el resto de las vacas en producción en potreros con Tanzania (*Panicum maximum*) manejados en rotación con 1 día de ocupación y 21 días de recuperación. Diariamente se midió la oferta de pasto, tomando al azar 6 muestras de 1 m<sup>2</sup> cada una antes de que entraran las vacas al potrero respectivo. Las muestras de pasto fueron cortadas a 10 cm del suelo y se secaron en un horno de microondas (Crespo y Castaño 2003). Las muestras tomadas durante 15 días se juntaron y de la mezcla se tomó una submuestra en la que se determinó el contenido de Fibra Neutro detergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD) y Proteína Cruda (PC), utilizando el espectrofotómetro de absorción en el infrarrojo cercano (NIRS) del Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano. La composición del forraje se muestra en el Cuadro 2. Debido a la falta de precipitación en la última parte del ensayo (Figura 1) las vacas fueron estabuladas en el día durante las 3 últimas semanas y suplementadas con 15 kg de ensilaje de sorgo.

Cuadro 2. Porcentaje de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD) de Tanzania (*Panicum maximum*) en Zamorano, Honduras.

Oferta	MS	Base Seca		
		PC	FND	FAD
01-15 sept.	18.08	5.61	71.64	48.73
16-30 sept.	19.54	7.97	67.01	45.74
01-15 oct.	16.63	8.81	68.28	45.98
16-31 oct.	15.79	9.64	68.17	47.04

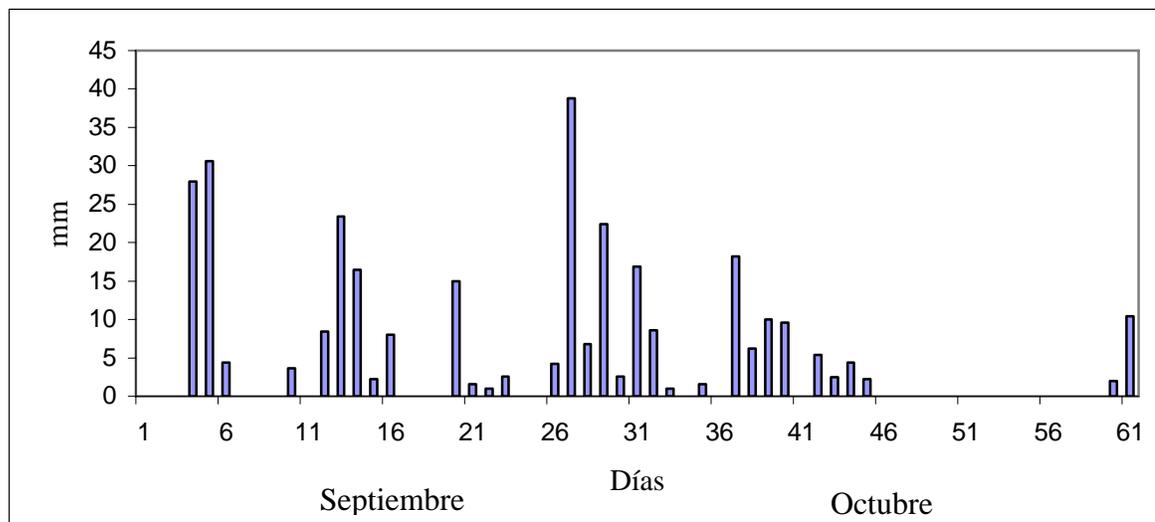


Figura 1. Precipitación diaria durante los meses de septiembre y octubre de 2005 en Zamorano, Honduras.

El concentrado se suministró dos veces al día a razón de 0.40 kg por kilogramo de leche producida. Al concentrado se adicionaron 150 g de sales minerales y 10 g de levadura (Yea-Sacc<sup>®</sup>, Alltec Inc) por vaca después del ordeño de la mañana (Cuadro 1). El hato esta dividido en grupos según su nivel de producción y dentro de cada grupo las vacas reciben la misma cantidad de concentrado.

## **2.5. Diseño experimental y análisis estadístico**

Se utilizó un diseño de Sobre Cambio en Cuadrado Latino (Lucas 1974) con dos tratamientos en dos períodos de 28 días cada uno. Los resultados se analizaron con el programa estadístico SAS<sup>®</sup> (2005).

## **2.6. Controles experimentales**

La producción se midió con el sistema Alpro (DE LAVAL) y el contenido de grasa en la leche se determinó con el Ekomilk (EON Trading LLC) a los 28 y 56 días del estudio. La precipitación se tomó de la estación meteorológica del Zamorano. La condición corporal se determinó en una escala de 1-5 al inicio, mitad y final de la evaluación. Para comparar los resultados se estandarizó la leche al 4% de grasa usando la formula desarrollada en Illinois en 1923 (Vélez *et al.* 2006).

Leche 4% = 0.4 × kg leche + 15 × kg grasa

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Producción de forraje

Al inicio del tratamiento la oferta de forraje fue de 3082 kg/ha de MS y al final de 1674 kg/ha de MS (Figura 2). La reducción de la oferta puede ser atribuida a la poca precipitación que hubo en el mes de Octubre (Figura 1).

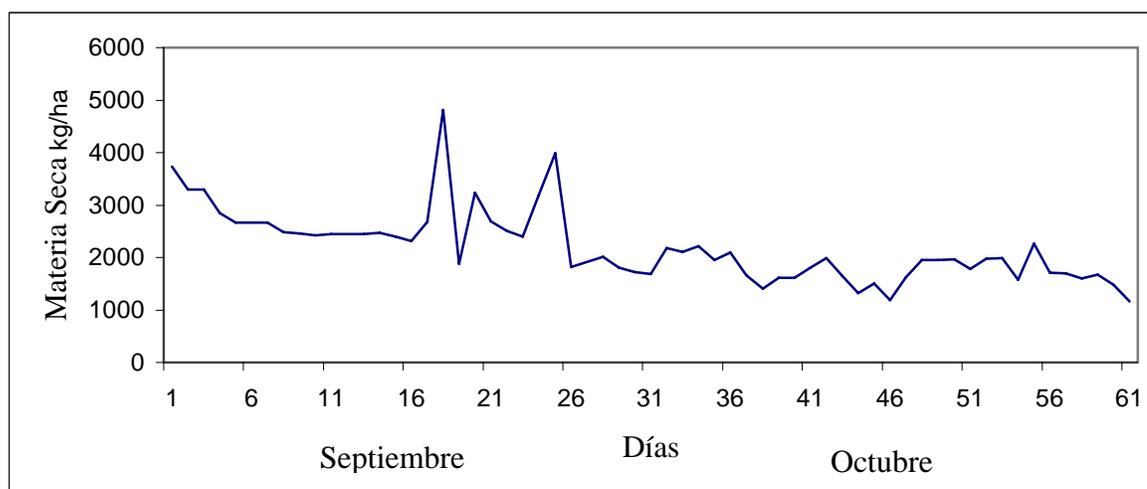


Figura 2. Oferta diaria de pasto Tanzania (*Panicum maximum*) durante los meses de septiembre y octubre de 2005 en Zamorano, Honduras.

#### 3.2. Producción de leche

Las vacas que recibieron Optigen 1200<sup>®</sup> produjeron menos ( $P < 0.05$ ) leche que las vacas control con 16.9 y 17.8 kg/día respectivamente. En el contenido de grasa fue ligeramente menor en el control pero la diferencia no fue significativa ( $P > 0.05$ ), al corregir la producción al 4% se anulo la diferencia en cuanto a la producción (Cuadro 3). Esto coincide con lo encontrado por Haig *et al.* (2002) en Canadá y por Galo (2003) en la universidad de Vermont en Estados Unidos quienes tampoco encontraron diferencia en la producción cuando se indujo Optigen 1200<sup>®</sup> en la dieta. El contenido de grasa coinciden con los resultados encontrados por Calderón y Escorcía (2005) en Zamorano con vacas en estabulación y alimentadas con ensilaje de sorgo (*Sorghum bicolor*) y heno de trasvasa (*Digitaria eriantha*) y con Optigen 1200<sup>®</sup> o soya como fuente de proteína.

Cuadro 3. Producción de leche, contenido de grasa y leche corregida al 4% de grasa de las 40 vacas en Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Leche kg/día	% Grasa	Leche al 4% kg/día
Optigen 1200 <sup>®</sup>	16.9 ± 3.43 <sup>b</sup>	3.18 ± 0.73 <sup>a</sup>	14.8 ± 3.19 <sup>a</sup>
Control	17.8 ± 3.36 <sup>a</sup>	3.01 ± 0.68 <sup>a</sup>	15.2 ± 3.13 <sup>a</sup>
Significancia	0.005	0.190	0.145

<sup>abc</sup> Promedio en la misma columna con igual letra no difieren entre si (P>0.05)

Leche 4% = 0.4 x kg leche + 15 x kg grasa

### 3.3. Condición corporal

La condición corporal se mantuvo igual (P>0.05) en ambos tratamientos (Cuadro 4). Córdova (2005) en Zamorano con terneras alimentadas con ensilaje de maíz suplementado con leguminosas, concentrado y Optigen 1200<sup>®</sup> tampoco encontró diferencia en la condición corporal, la cual al inicio fue de 2.96 y al final del experimento de 2.93.

Cuadro 4. Condición Corporal de las 40 vacas en Zamorano, Honduras.

Tratamientos	CC.
Optigen 1200 <sup>®</sup>	2.75 ± 0.33 <sup>a</sup>
Control	2.79 ± 0.46 <sup>a</sup>
Significancia	0.96

<sup>abc</sup> Promedio en la misma columna con igual letra no difieren entre si (P>0.05)

CC = Condición corporal

### 3.4. Costos

Las vacas del tratamiento control produjeron 0.9 kg más de leche que las que recibieron Optigen 1200<sup>®</sup>. El consumo de concentrado fue de 7.12 kg en ambos tratamientos. El costo total del concentrado para las vacas con Optigen 1200<sup>®</sup> fue de L 43.3 y el del concentrado para el tratamiento control L 34.1 (Cuadro 5). Al restar del ingreso bruto el costo de suplementación queda en el caso de la dieta con Optigen 1200<sup>®</sup> L 58.10 y con la dieta control L 72.70 (Cuadro 6). Para obtener el mismo ingreso el precio que se puede pagar por el Optigen 1200<sup>®</sup> sería de L 5.56/kg.

Cuadro 5. Diferencia del costo por vaca de suplementar con Optigen 1200<sup>®</sup> y el control.

Tratamientos	Producción	Consumo	L/kg concentrado	Costo total de alimentar
Optigen1200 <sup>®</sup>	16.9	7.12	6.08	43.30
Control	17.8	7.12	4.80	34.10
Diferencias	0.9		1.30	9.20

Cuadro 6. Análisis económico por vaca de adicionar Optigen 1200<sup>®</sup> a la dieta de vacas lecheras (precio de la leche de L 6.00) en Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Producción de leche (kg)	Lempiras (L)		
		Ingreso bruto	Costo de suplementación	Ingreso sin suplemento
Optigen 1200 <sup>®</sup>	16.90	101.40	43.30	58.10
Control	17.80	106.80	34.10	72.70

## **4. CONCLUSIONES**

Las vacas que recibieron Optigen 1200<sup>®</sup> produjeron 0.9 kg menos que las vacas control.

No hubo diferencia en el contenido de grasa ni en la condición corporal.

Al estandarizar la leche al 4% de grasa no hubo diferencia en la producción.

Con el precio indicado por el distribuidor no es rentable usar Optigen 1200<sup>®</sup>.

## **5. RECOMENDACIONES**

Determinar la proteína de la leche para estimar el balance de nitrógeno.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Alltec Inc. 2004. USA. Compañía Global de la Salud Animal Anuncia Adquisición. (En línea). Consultado el 28 de junio de 2006. Disponible en [http://www.engormix.com/s\\_news\\_view.asp?news=78&AREA](http://www.engormix.com/s_news_view.asp?news=78&AREA)

Calderón Gámez, SR; Escorcía Gutiérrez, MJ. 2005. Optigen 1200<sup>®</sup> como fuente de nitrógeno en vacas lecheras estabuladas alimentadas con ensilaje de sorgo (*Sorghum bicolor*) y heno de trasvala (*Digitaria eriantha*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 17 p.

Córdova Mairena, FJ. 2005. Efecto de la alimentación de terneras con ensilaje de maíz suplementado con leguminosas, concentrado y Optigen 1200<sup>®</sup>. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 23 p

Crespo, R; Castaño, J. 2003. Evaluación del secado con horno microondas sobre la calidad de distintos materiales forrajeros. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina. (En línea). Consultado el 6 de junio del 2006 Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/forrajes/crespo2.htm>

Galo, M. 2003. Effects of a Polymer-Coated Urea Product on Nitrogen Metabolism in Lactating Holstein Dairy Cattle, Tesis Master Universidad de Vermont. 9 p.

Haig, P. A; Mustvangwe, T; Spratt, R; Bride, B. W. 2002. Effects of dietary protein solubility on nitrogen losses from lactating dairy cows and comparison with prediction from the Cornell Net Carbohydrate and protein system. Department of Animal and poultry science, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. (En línea). Consultado el 6 de junio de 2006. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/content/abstract/85/5/1208>

Lucas, Jr. 1974. Design and Analisis of Feeding Experiments with Milking Dairy Cattle. North Carolina State University, North Carolina, United States. 477 p.

SAS<sup>®</sup>. 2005. User´s Guide. Satatistical Análisis Institute Inc. Carey N.C.

Vélez, M; J.J. Hincapié; I. Matamoros. 2006. Producción de ganado lechero en el trópico. Quinta edición Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. 336 p.