

Validación del Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell (CNCPS) en vacas encastadas

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

Presentado por

Elena María Toro Alfaro

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1999

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.


Elena María Toro Alfaro

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1999

DEDICATORIA

A Dios Padre que me ha dado el privilegio de conocer su amor y bendiciones.

A mis papás: Eduardo A. Toro y Dilcia de Toro por darme el mejor ejemplo de superación y trabajo. Este trabajo así como todo lo que soy es para ustedes. Gracias por tanto amor.

A mi tío Rodolfo Toro.

Al Dr. Isidro Matamoros y Carlita G. de Matamoros.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre que gracias a su amor me ha permitido culminar esta etapa de mi vida. Gracias por estar aquí a mi lado y ser mi guía a cada momento.

A mis Papás les agradezco todos los sacrificios y preocupaciones que les he hecho pasar para llegar a este momento. Los quiero mucho! Dilcía Elisa y Ana Lucía por dar a mi vida la alegría de tenerlas.

A mis abuelos, tíos y primos que siempre estuvieron pendientes de mí, les agradezco todas sus atenciones y cariño.

Al Dr. Isidro Matamoros, por ser más que un maestro, un verdadero amigo, gracias por ser mi guía en mi formación como persona y como profesional.

A mis asesores: Dr. Miguel Vélez, gracias por todo el tiempo que dedicó a corregir mis errores y a hacer de mí una mejor profesional. Dr. John Jairo Hincapié, por su ayuda para elaborar este trabajo.

A Carlita de Matamoros, por ser mi mejor amiga, aliada y cómplice en todo este tiempo. A César, sabe que te quiero mucho.

A Era Robles y René León Gómez, por la gran amistad que me une a ustedes.

A Ana Rosa C, Alejandra S., Graciela A., Laura del Pino, Marielena M., Ronny S., Dante E., Ricardo P., Héctor P., Alex López, Gaby D., Ana Gaby, Zully, Rocio y Pini por haberme brindado su amistad durante este año.

A Gina Canales, Wolfgang P., Rafael M. y Francisco B., por los buenos momentos que hemos pasado juntos.

Al personal de la sección de Doble Propósito por todo su apoyo especialmente a Elbin Barrientos.

A todas las personas del departamento de Zootecnia por ser muy buenos amigos (as) y ayudarme siempre en todo lo que necesité.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería por el financiamiento brindado en el programa de Agrónomo.

Al Fondo Dotal Hondureño por el financiamiento brindado en el programa de Agrónomo.

A la Decanatura Académica por permitir que el programa Food for Progress financiara parte de mis estudios de Ingeniería Agronómica.

Al Proyecto de la intensificación de la producción de leche y carne en base a recursos tropicales CIIFAD-CORNELL por financiar parte de mis estudios de Ingeniería Agronómica.

A mis padres, Eduardo y Dileia Toro por todos sus sacrificios.

RESUMEN

Toro Alfaro, Elena María. 1999. Validación del Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell en vacas encastadas. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras.

En la Escuela Agrícola Panamericana, en el mes de Febrero de 1999 se evaluó la capacidad de predicción del Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell (CNCPS) en vacas encastadas Holstein-Brahman ($n=8$) y Gyr-Holstein ($n=2$). La alimentación se basó en ensilaje de pasto guinea (*Panicum maximum* var. tobiatá), madreño fresco (*Gliricidia sepium*), 1 kg de melaza y 4 kg de concentrado. Se midió: consumo de materia seca, producción de leche, contenido de grasa y proteína de la leche y se realizaron los análisis bromatológicos del alimento ofrecido según los protocolos del CNCPS. Se utilizaron comederos con dispositivos magnéticos (Calan, Inc.) para medir consumo. Las vacas tuvieron 7 días de adaptación previo al inicio del ensayo que duró 24 días. El modelo sobrestimó el consumo de materia seca en 4% ($r = 0.126$), la producción de leche en 16% en base a la energía metabolizable ($r = 0.05$) y en 32.6% en base a la proteína metabolizable ($r = 0.23$). La producción de leche se vio limitada por la proteína, lo cual afectó la precisión del modelo. La predicción así como el consumo de materia seca fueron afectadas por el nivel de producción de las vacas. El CNCPS no predijo la producción de leche y el consumo de materia seca con precisión.

Palabras claves: materia seca, leche, predicciones, CNCPS

NOTA DE PRENSA

CNCPS: UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN EL TRÓPICO

El Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell (CNCPS) fue desarrollado hace 17 años en la Universidad de Cornell. Es un programa que integra información sobre razas, tamaños, pesos, nivel de producción y manejo con las tasas de fermentación, composición de la dieta y la digestión y metabolismo de rumiantes para predecir los requerimientos nutricionales de ganado lechero y de carne. Este modelo permite predecir el consumo de materia seca y la producción de leche para ganado lechero según los factores arriba mencionados. El CNCPS ya fue validado en las zonas templadas de Estados Unidos en donde es utilizado con mucho éxito. Sin embargo, en el trópico el CNCPS pierde su capacidad de predicción.

Durante el mes de Febrero en Zamorano se realizó un estudio para conocer la capacidad de predicción del CNCPS en vacas encastadas. La alimentación se basó en ensilaje de pasto guinea, madreaje fresco, melaza y concentrado. Se midió el consumo de materia seca (CMS) y la producción de leche diaria y se compararon estos resultados con los predichos por el programa. El CNCPS subestimó el CMS en vacas que produjeron menos de 15 L y sobrestimó el CMS en vacas que produjeron más de 15 L. En lo que respecta a la producción de leche según la energía metabolizable disponible en vacas que produjeron menos de 15 L el CNCPS sobrestimó en 30% la leche producida y subestimó en 53% la producción en base a la proteína metabolizable. En vacas que produjeron más de 15 L el programa predijo casi en un 100% la producción en base a la energía metabolizable disponible y subestimó en 76% la producción en base a la proteína metabolizable disponible. Según el CNCPS la proteína soluble fue la limitante para alcanzar un mayor nivel de producción pero se deben revisar los valores predichos por el programa ya que aún con una deficiencia de proteína en la dieta las vacas alcanzaron la producción predicha en base a la energía metabolizable. El CNCPS no tuvo la precisión esperada para predecir el consumo de materia seca y la producción de leche. Sin embargo, en clima templado el programa ha permitido aumentar la producción de leche y disminuir los costos en explotaciones lecheras. El CNCPS representa una alternativa para mejorar la alimentación del ganado en los trópicos que debe continuar siendo evaluada para su posterior validación.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Páginas de firmas.....	iii
	Dedicaroria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de cuadros.....	xi
	Índice de Gráficas.....	xii
	Índice de Anexos.....	xiii
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos.....	2
1.2	Objetivos específicos.....	2
2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1	Localización.....	3
2.2	Animales.....	3
2.3	Manejo animal.....	3
2.4	Alimentación.....	3
2.4	Duración.....	4
2.5	Variables medidas.....	5
2.6	Análisis Estadístico.....	5
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
3.1	Consumo de materia seca.....	7
3.2	Producción de leche.....	9
3.3	Condición corporal y peso.....	11
4	CONCLUSIONES.....	12
5	RECOMENDACIONES.....	13

6	BIBLIOGRAFÍA.....	14
7	ANEXOS.....	16

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Formulación del concentrado.....	4
2.	Composición química y digestibilidad de la materia orgánica de los componentes de la dieta (%).....	5
3.	Características de las vacas en el experimento.....	6
4.	Consumos promedio de materia seca reales y predichos por el CNCPS para cada grupo.....	7
5.	Producción de leche real y predicha por el CNCPS para cada grupo de vacas en kg/día.....	9
6.	Ingesta real y predicha de energía y proteína metabolizables según el CNCPS.....	10

INDICE DE FIGURAS

Figura

1. CMS reales y predichos por el CNCPS para vacas de baja producción
donde la estimación estuvo más lejos y más cerca de lo real 8
2. CMS reales y predichos por el CNCPS para vacas de alta producción
donde la estimación estuvo más lejos y más cerca de lo real 9

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Correlaciones.....	16
----	--------------------	----

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación de vacas lecheras es quizá el problema más grave que deben resolver la mayoría de los ganaderos en el trópico. La mala calidad de los pastos, sumada al mal manejo nutricional, que no cumple con los requisitos de las vacas lecheras hace que el consumo de materia seca sea bajo, afectando la productividad. Los concentrados y otros suplementos mejoran la calidad de las dietas. Sin embargo, al no ser utilizados en cantidades adecuadas para el nivel de producción pierden su efectividad convirtiéndose en costos que no producen beneficio económico para el ganadero. La alimentación del ganado debe ir enfocada a mejorar la productividad, reducir el uso de insumos en las fincas y proteger el ambiente (Fox *et al.*, 1999).

Esto hace necesaria la determinación y evaluación de las opciones para mejorar la alimentación de ganado lechero. El Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell (CNCPS), es una herramienta de evaluación de la dieta que recibe un rumiante para optimizarla en función de un desempeño esperado. El programa permite predecir los requisitos alimenticios, conocer la utilización del alimento y lograr una mayor eficiencia en el manejo de los residuos a nivel de fincas. Integra los conocimientos sobre las relaciones entre los requisitos alimenticios del ganado según la raza, tamaño, nivel de producción y medio ambiente con la composición de las dietas, la digestión y el metabolismo de los rumiantes (Fox *et al.*, 1999).

Sin embargo, la aplicación correcta del CNCPS en condiciones tropicales depende de la generación de datos sobre el consumo, lo cual es influenciado por una gran variedad de factores climáticos propios o asociados a la calidad de los forrajes tropicales que diferencian las condiciones tropicales de las de zonas templadas, donde el programa fue desarrollado (Fox *et al.*, 1999).

El uso del CNCPS puede mejorar substancialmente la producción lechera en esta región al sugerir cambios en el manejo nutricional de la vaca y a la vez optimizar la utilización de nutrientes en la finca (Fox *et al.*, 1999).

En Zamorano Román (1994) y Suazo (1993) estudiaron el comportamiento de vacas alimentadas con ensilajes de pasto guinea y de sorgo, compararon sus resultados con los predichos por el CNCPS, encontrando que el modelo subestima la producción de leche y el consumo de materia seca en 7 y 15% respectivamente.

Coronado (1994) utilizó pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto bahía (*Paspalum notatum*) de 18 y 36 días de rebrote con y sin suplementación en vacas Holstein, Jersey y Pardo Suizo y encontró que el modelo subestima en un 20% el consumo de materia seca y la producción de leche en un 13%, pero este fue bastante preciso en predecir el consumo de forraje cuando no se utilizó concentrado. Bonifasi (1995) alimentó vaquillas con pasto estrella y cuatro niveles de concentrado (0.0, 0.5, 1.0, 1.5% del peso vivo), el CNCPS subestimó el consumo de materia seca y al incrementar el concentrado en la dieta, la fibra neutro detergente se diluyó y el modelo perdió capacidad de predicción.

Galo (1996) evaluó la capacidad del CNCPS para predecir el consumo de materia seca y concluyó que el CNCPS no es sensible a los cambios en estructura de la dieta en la época cálida así como en la época fría.

En 1996 se evaluó el CNCPS con ganado lechero en pastoreo en Ithaca, Nueva York, y se recaudó información de hatos lecheros en Estados Unidos y Nueva Zelandia. El modelo predijo con precisión los cambios en condición corporal y del balance energético, el nitrógeno de la urea en la sangre, el flujo microbial de nitrógeno y la producción lechera; subestimó el consumo de materia seca y sobrestimó el pH ruminal. (Fox *et al.*, 1999).

En 1992 en Nueva York se analizó un estudio en 280 vacas Holstein con un promedio de producción de 10,935 kg de leche. Al utilizar el CNCPS se logró aumentar la producción de 43.5 a 45.5 kg por día y reducir los costos de alimentación en \$74,000.00 y las pérdidas de nitrógeno en las excretas en un 25% (Fox *et al.*, 1999).

1.1 OBJETIVO GENERAL

El estudio busca contribuir a la validación del Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell (CNCPS) en la alimentación de vacas encastadas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el consumo real de materia seca con el esperado de acuerdo al CNCPS.
- Comparar la producción de leche real con la proyección del CNCPS.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se realizó en la sección de Doble Propósito de la Escuela Agrícola Panamericana, localizada en el valle del río Yeguaire, a 30 kilómetros al sureste de Tegucigalpa, Honduras. La altura es de 800 msnm, con una temperatura anual promedio de 23°C y una precipitación pluvial de 1,100 milímetros al año.

2.2 ANIMALES

Se utilizaron ocho vacas ½ sangre Brahman-Holstein y dos Gyr-Holstein en su octava semana de lactación en promedio. El peso promedio de las vacas fue de 507±73 kg y la condición corporal promedio fue de 2.75±0.39 en la escala de 1 a 5. Las vacas fueron desparasitadas con Dectomax® y se les aplicó selenio (Becafort®) por vía intramuscular antes de comenzar el ensayo.

2.3 MANEJO ANIMAL

Las vacas se ordeñaron normalmente dos veces al día con el ternero al pic. Los terneros permanecieron con las madres por 1 hora después del ordeño. Se estimó que los terneros consumieron 3 kg de leche.

2.4 ALIMENTACIÓN

Las vacas fueron estabuladas y se alimentaron en un corral equipado con comederos automáticos Calan (Calan, Inc., New York) que permitieron medir el consumo individual diariamente. La dieta se basó en ensilaje de pasto guinea (*Panicum maximum* cv. tobiniá) a razón de 2% en base al peso vivo de los animales, 2 kg de hojas de madreño (*Gliricidia sepium*) y 1 kg de melaza en cada comedero. Al momento del ordeño, las vacas fueron suplementadas con 2 kg de concentrado por ordeño (cuadro 1). Durante la última semana del experimento se sustituyó el madreño por hojas secas de morera (*Morus nigra*) ya que no se contaba con suficiente madreño (*Gliricidia sepium*).

Cuadro 1. Formulación del concentrado.

INGREDIENTES	(%)
Gallinaza	19.9
Semolina de arroz	44.8
Harina de camarón (soya)	19.9
Melaza	12.9
Sal al 10%	2.48
Vitalmelk ganado	0.005
PC (%)	24.05

El ensilaje y los suplementos se colocaron en los comederos en 2 tiempos a las 6:00 a.m. y a las 2:30 p.m. En la mañana se pesó el alimento rechazado antes de alimentar nuevamente. El ensilaje se extrajo del silo en la mañana y el madreado fue cortado el mismo día.

El CNCPS requiere los siguientes análisis: Materia seca (MS) por destilación con tolueno (AOAC, 1990), proteína cruda (PC) y nitrógeno no proteico (NNP; Kjeldahl; AOAC, 1990), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y nitrógeno ligado a fibra neutro detergente (N-FND), nitrógeno ligado a fibra ácido detergente (N-FAD) y lignina por el método de permanganato, almidón por computación de carbohidratos no estructurales, fracción soluble en etanol (azúcar; AOAC, 1990), calcio (Ca) por espectrofotometría de absorción atómica, (AOAC, 1990), fósforo (P) por el método de fosfomolibdato de amonio (AOAC, 1990), cenizas (CZS) por calcinamiento a 600°C (AOAC, 1990), extracto etéreo (EE) por el método gravimétrico, (AOAC, 1990) y tasa de digestión in vitro de la materia orgánica (DIVMO; Menke *et al.* 1979).

Semanalmente se tomó una muestra del ensilaje en lo que se determinó: MS, PC, FND y lignina. De los rechazos se tomaron muestras diarias y al final de la semana se tomó una submuestra en la que se analizó MS, PC y FND. La composición de la dieta ofrecida se detalla en el cuadro 2.

2.4 DURACIÓN

El estudio duró 31 días, siete días de adaptación y 24 de recolección de datos.

2.5 VARIABLES MEDIDAS

Las variables medidas fueron:

- Consumo diario de materia seca.
- Producción diaria de leche.

- Condición corporal y peso al inicio y al final del experimento,
- Temperatura, humedad relativa y velocidad del viento

Cuadro 2. Composición química y digestibilidad de la materia orgánica de los componentes de la dieta (%).

	Ensilaje de Guinea	Madreado	Morera	Concentrado
MS	30.56	23.00	39.52	86.70
PC	6.20	21.34	14.57	20.85
EE	2.18	3.49	3.89	8.23
Lignina	7.04	6.02	3.92	3.41
FND	66.54	33.61	22.39	36.34
FAD	45.17	18.98	27.48	18.41
N-FND	0.44	0.75	0.77	0.17
N-FAD	0.15	0.24	0.13	0.30
CZS	9.13	8.41	15.35	16.61
DIVMO	58.55	70.00	51.07	59.16
Ca	0.36	1.57	0.28	4.82
P	0.08	0.23	0.27	1.45

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las diferencias entre las predicciones del CNCPS y los datos reales de consumo de materia seca y producción de leche fueron analizados usando correlaciones y regresiones. Las vacas fueron clasificadas en dos grupos según la estimación de consumo de materia seca por el CNCPS. Se realizó un análisis de residuales para eliminar los datos que estaban fuera del comportamiento poblacional descrito. Se usaron los paquetes estadísticos SAS® "Statistical Analysis System" versión 6.12 (1997) y el SPSS®.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se esperaba encontrar diferencias en cuanto al comportamiento del CNCPS en base a producción ya que para cada vaca se tomaron datos individuales de producción y consumo. La producción y el consumo así como el peso y la condición corporal de los animales utilizados en el experimento se anotan en el cuadro 3. Al correr el CNCPS se pudo observar una influencia del nivel de producción de la vaca y sobre la habilidad del modelo para predecir el CMS. En las vacas que produjeron menos de 15 L el CNCPS subestimó el consumo de materia seca y en las vacas que produjeron más de 15 L el modelo sobreestimó.

Cuadro 3. Características de las vacas en el experimento.

VACA	ENCASTE	PESO (kg)	CC ¹	CC ²	PROD. (kg/día)	CMS. (kg /día)	Días Lact
96052	Br-Ho	456	2.75	2.50	10.19	15.84	46
94070	Br-Ho	409	2.25	2.50	12.15	14.73	53
87137	BF-Ho	529	3.00	3.25	13.30	15.03	67
94135	Gyr-Ho	602	3.00	3.00	13.40	15.41	72
93077	Br-Ho	539	2.50	2.75	14.10	15.93	30
93221	Br-Ho	445	2.25	2.50	14.11	15.28	31
94074	Br-Ho	588	2.50	2.50	15.28	15.81	68
93111	Br-Ho	642	3.50	3.75	16.08	14.78	70
94781	Br-Ho	520	2.75	2.75	16.47	15.53	48
94711	Gyr-Ho	559	3.00	3.25	18.23	16.03	48

* CC1 = Condición Corporal al inicio. CC2 = Condición Corporal al final. Escala 1-5.
Prod. = Producción promedio por día. CMS. = Consumo de Materia Seca por día. Días Lact. = Días en lactancia.

3.1 CONSUMO DE MATERIA SECA (MS)

El consumo de materia seca fue diferente para cada grupo de vacas. Al expresar el consumo en kg MS/100 kg peso las vacas de alta producción comieron menos que las vacas de baja producción (cuadro 5). Esto se pudo deber al bajo contenido de proteína en el ensilaje que se ofreció. Según el CNCPS todas las vacas consumieron menos proteína metabolizable de la que necesitaban lo que pudo haber influenciado a las vacas a comer más para buscar la proteína que les hizo falta (Cuadro 7). Sin embargo, la dieta ofrecida

contenta madreando (*Gliricidia sepium*), una leguminosa con alto contenido de proteína que debió suplir con el concentrado la mayor parte de la proteína. La solubilidad de la proteína ofrecida debió ser mayor al estimado por el CNCPS ya que las vacas produjeron más leche de lo predicho.

Cuadro 4. Consumos promedio de materia seca reales y predichos por el CNCPS para cada grupo.

CATEGORIA	CONSUMO			
	Kg de MS Real	Kg de MS Predicho	Kg de MS/100 kg de PV real	Kg de MS/100 kg de PV pred.
Todas*	15.41	14.72	2.96	2.79
Grupo baja prod.	15.31a	13.15b	3.12	2.65
Grupo alta prod.	15.47a	17.03b	2.70	2.97

* Las 10 vacas utilizadas en el experimento.

* Letras diferentes en la misma línea son diferentes entre sí ($p < 0.01$).

Cuando se analizaron los datos de todas las vacas ($n=240$) total el CNCPS subestimó el consumo de materia seca en un 4% ($r=0.126$ n.s.) y cuando se expresó en kg/100 kg de PV lo subestimó en 6% ($r=0.145$ n.s.).

En el grupo de menor producción el CNCPS subestimó el consumo de materia seca en un 16% lo cual es similar a los resultados obtenidos por Román (1994) y Suazo (1993) que reportan que el CNCPS subestimó el consumo de materia seca en vacas Holstein y Pardo Suizo en un 15% ($r=0.113$, n.s.). La ecuación que mejor describió el CMS fue $y = 5.049 + 0.672$ (cons. forraje) + 0.558 (FND suplida; $r^2=0.99$). Al expresar el consumo en kg de MS/100 kg de PV el CNCPS fue capaz de predecir el consumo en un 84% con una correlación de 0.595 ($P < 0.01$).

El modelo sobreestimó en un 10% el consumo de materia seca de las vacas con una alta producción de leche lo que coincide con lo reportado por Galo (1996) de que el modelo sobreestima el consumo de MS cuando los animales reciben una dieta alta en forraje, típica del trópico. En este grupo ($n=86$) el CNCPS predijo el 90% del consumo de materia seca con una correlación de 0.03 (n.s.). La ecuación que mejor describió el CMS fue $y = 4.944 + 0.997$ (cons. forraje). En términos de kg de MS consumida/100 kg de PV el CNCPS predijo el 90% del CMS ($r=0.679$ n.s.).

En la figura 1 se presentan como ejemplo el consumo real y predicho por el CNCPS para las vacas en donde la estimación estuvo más cerca y más lejos para el grupo de baja producción.

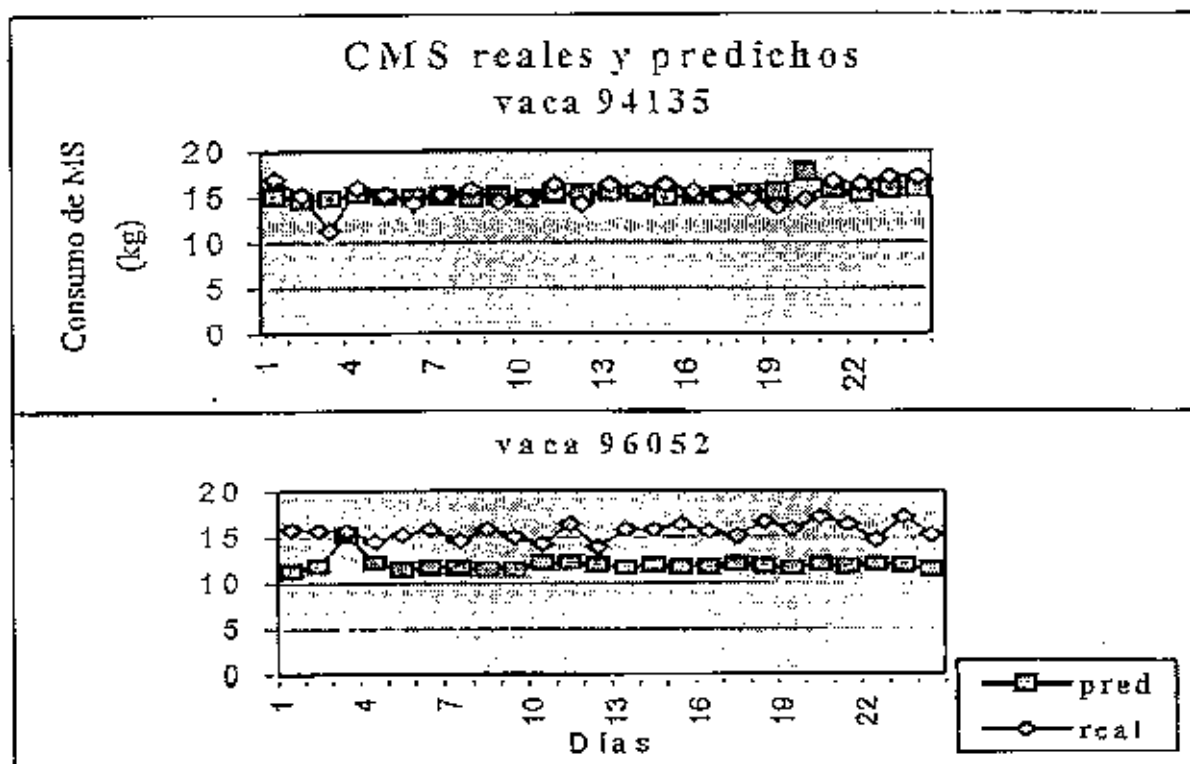


Figura 1. CMS reales y predichos por el CNCPS para vacas de baja producción donde la estimación estuvo más lejos y más cerca de lo real.

En la figura 2 se presentan como ejemplo el consumo real y predicho por el CNCPS para las vacas en donde la estimación estuvo más cerca y más lejos para el grupo de alta producción.

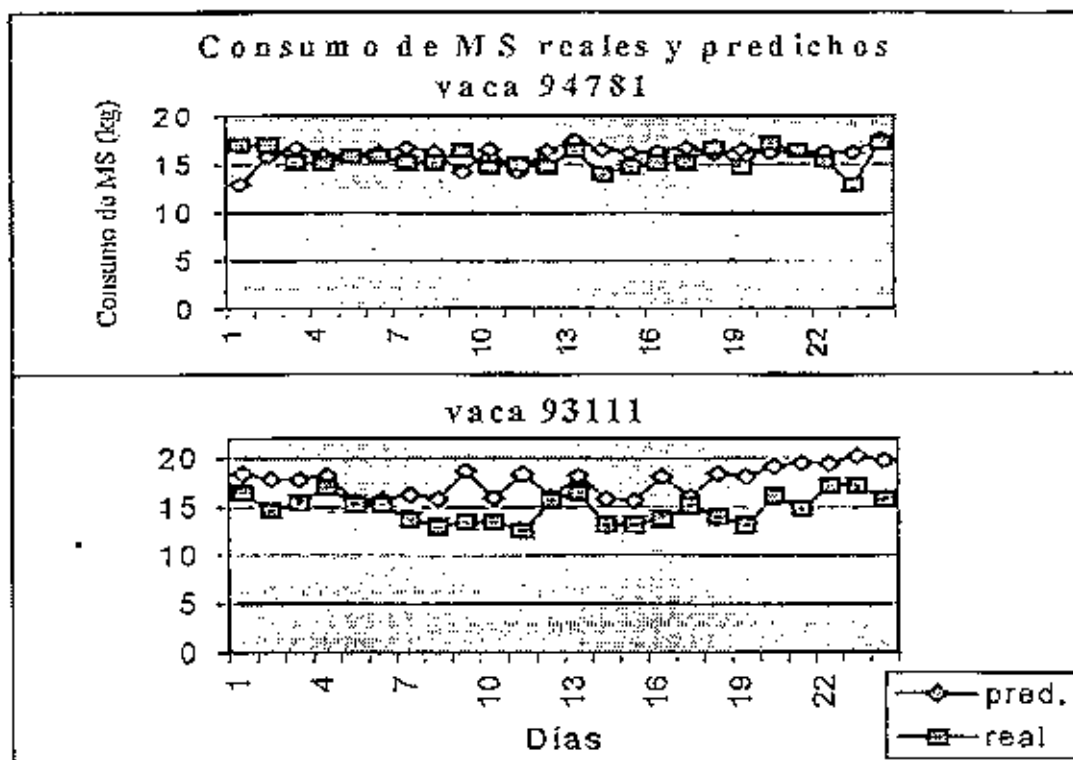


Figura 2. CMS reales y predichos para vacas de alta producción donde la estimación estuvo más lejos y más cerca de lo real.

3.2 PRODUCCIÓN DE LECHE

La producción promedio diaria de leche y la predicción para cada grupo de vacas se reporta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Producción de leche real y predicha por el CNCPS para cada grupo de vacas en kg/día.

	Leche real	Leche EM*	Leche PM**
Todas las vacas	14.40	16.69	8.86
Grupo alta prod.	16.50	16.56	9.43
Grupo baja prod.	12.90	16.80	8.45

* Leche EM = Producción potencial según la energía metabolizable disponible (CNCPS).

** Leche PM = Producción potencial según la proteína metabolizable disponible (CNCPS).

La producción promedio de leche de todas las vacas fue de 14,40 kg/día, incluyendo 3,0 kg consumidos por el ternero. La producción de leche obtenida en el ordeño fue de 11,4 kg, superior a las producciones obtenidas por Villaseca (1998) y Burgos (1999) de 9,5 y 10,5 kg respectivamente en estudios anteriores con el mismo hato.

El CNCPS sobrestimó el potencial de producción en base a la energía metabolizable en 16% para todas las vacas con una correlación de 0,05 (n.s.) y subestimó en 62% la producción de leche en base a la proteína metabolizable disponible ($r = 0,23$; $p < 0,01$).

El grupo de baja producción el CNCPS sobrestimó en 30% la leche que se puede producir en base a la energía metabolizable ($r = -0,02$ n.s.) y subestimó en 53% la producción de leche en base a la proteína metabolizable disponible ($r = 0,06$, n.s.) lo que no coincide con los resultados obtenidos por Román (1994) ni con los de Coronado (1994) quienes encontraron que el CNCPS subestimó la producción de leche en 7 y 13% respectivamente.

En el grupo de vacas de alta producción el CNCPS sobrestimó en menos de 1% la producción de leche en base a energía metabolizable ($r = 0,25$; $p < 0,01$), pero subestimó en 76% la producción de leche en base a proteína metabolizable ($r = 0,07$ n.s.).

Cuadro 6. Ingesta real y predicha de energía y proteína metabolizables según el CNCPS.

	Energía Metabolizable EM			Proteína Metabolizable PM		
	Real Mcal/día	Pred Mcal/día	Dif %	Real g/día	Pred G/día	Dif %
Alta prod						
Prom	33,8	33,6	0,3	1121,0	1446,2	23,0
DE	1,9	2,4		103,5	129,1	
Baja prod						
Prom	33,0	28,8	14,0	1091,4	1293,1	16,0
DE	1,9	2,6		97,7	102,9	

3.3 CONDICIÓN CORPORAL Y PESO

Durante el experimento los cambios de peso fueron mínimos en promedio, las vacas perdieron 10 kg de peso lo que se debió a que la mayoría se encontraban entre los 30 – 70 días de lactancia. Las vacas de alta producción ganaron 0,13 puntos de condición corporal y las vacas de baja producción 0,31 lo que indicó que las vacas de baja producción no utilizaron todo el alimento para producir leche.

Las correlaciones para todos los factores predichos y reales se pueden ver en el anexo I.

4. CONCLUSIONES

1. El CNCPS no pudo predecir con precisión la solubilidad de proteína de fuentes de origen tropical.
2. La predicción de la producción de leche así como el consumo de materia seca fueron afectadas por el nivel de producción de las vacas.

5. RECOMENDACIONES

1. Para propósitos de validación del CNCPS en vacas encastadas bajo las condiciones de Zamorano se debe balancear y analizar la dieta con el CNCPS antes y después de realizar los ensayos en el campo.
2. Los ingredientes del concentrado a utilizar en las dietas deben ser analizados por separado y no como uno solo ya que el CNCPS pierde su capacidad de predicción al analizar el concentrado como un solo componente de la dieta.
3. Revisar los valores de proteína soluble de leguminosas del trópico ya que los valores que el CNCPS calcula son inferiores a lo real.
4. Ajustar los valores de producción de leche a la curva de lactancia de las vacas encastadas la cual es diferente a la de vacas puras.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis (13th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- BONIFASI, A. 1995. Validación del Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell en vaquillas lecheras de reemplazo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Zootecnia. El Zamorano, Honduras. 53p.
- BURGOS, A. 1999. Evaluación del grano de Frijol Terciopelo (*Mucuna pruriens*) y del fruto de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) como reemplazo de soya (*Glycine max*) en dietas de vacas lecheras de Doble Propósito. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Zootecnia. El Zamorano, Honduras. 23 p.
- CORONADO, M. 1994. Producción de leche y consumo voluntario de pastos tropicales en vacas lecheras. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Zootecnia. El Zamorano, Honduras. 32p.
- FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P.; PELL, A.N.; VAN AMBURGH, M.E.; CHASE, L.E.; PITT, R.E.; RASMUSSEN, C.N.; TEDESCHI, L.O.; DURBAL, V.J. 1999. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion: model documentation. Revised for CNCPS version 3.1. Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY. 145p.
- GALO, E. 1996. Validación del Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell en condiciones tropicales. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Zootecnia. El Zamorano, Honduras. 30p.
- MENKE, K.M.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; SEINGASS, H.; FRITZ, D.; SCHNEIDER, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of Agricultural Science*. 92: 499-503
- PRESTON, T.; LENG, R. 1997. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (CONDRIT). Cali, Colombia.

- ROMAN, J.I. 1994. Producción de vacas lecheras alimentadas con ensilaje de pasto guinea (*Panicum maximum*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Zootecnia. El Zamorano, Honduras. 61p.
- SAS INSTITUTE INC. 1997. SAS/user's guide; version 6.12 edition SAS Institute Inc. Carey, North Carolina.
- SUAZO, H. 1993. Producción de vacas lecheras alimentadas con ensilaje de sorgo y dos niveles de concentrado. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Zootecnia. El Zamorano, Honduras. 45p.
- VILLASECA, A. 1998. Efecto de la suplementación energética en producción de leche y eficiencia reproductiva en vacas de doble propósito. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Zootecnia. El Zamorano, Honduras. 30p.

Vacun. de baja producción		CC	Ctorpre	Ctorreal	CMS pred.	CMS real	FND req.	FND sup.	Ledre ALE	Ledre MIP	Prod. ledre	Mipdisp	Mipreqd	Peso
CC	1	.67**	0	.68**	0	0.02	0.01	0.02	.42**	0.11	0.09	-0.17	.74**	
Ctorpre		1	0.13	.72**	0.11	0.12	-0.03	0.12	.75**	.26**	.42**	-0.02	.87**	
Ctorreal			1	0.12	.97**	.96**	.89**	.89**	.49**	0.09	.82**	.43**	.17*	
CMSpred				1	0.13	0.14	0.12	0.12	.39**	.66**	.18*	.39**	.83**	
CMSreal					1	.99**	.93**	.89**	.48**	0.11	.82**	.46**	.18*	
FNDreq						1	0.02	.89**	.48**	0.11	.81**	.45**	.19*	
FNDsup							1	.81**	.24**	0.1	.59**	.43**	.18*	
LedreALE								1	.62**	-0.03	.78**	.20*	0.15	
LedreMIP									1	.81**	.81**	-0.01	.53**	
Prod. ledres										1	0.07	.83**	.24**	
Mipdisp											1	0.09	.34**	
Mipreqd												1	.20**	
Peso													1	

Vacun. de alta producción		CC	Ctorpre	Ctorreal	CMS pred.	CMS real	FND req.	FND sup.	Ledre ALE	Ledre MIP	Prod. ledre	Mipdisp	Mipreqd	Peso
CC	1	.32**	-.32**	.41**	-.28**	*.27**	*.12	-.32**	-.13	.19	-.23*	.03	.35**	
Ctorpre		1	-.19	.23*	-.19	*.18	-.40**	-.39**	.60**	-.15	.37**	-.21*	.74**	
Ctorreal			1	.03	.59**	.80**	.64**	.50**	.48**	.20	.84**	.59**	*.28**	
CMSpred				1	.03	-.01	-.02	-.09	.05	.78**	.07	.66**	.34**	
CMSreal					1	.81**	.64**	.92**	.47**	.20*	.84**	.59**	*.26*	
FNDreq						1	.75**	.75**	.36**	.20*	.66**	.45**	-.23*	
FNDsup							1	.66**	-.06	.15	.31**	.40**	-.24*	
LedreALE								1	.41**	.25*	.75**	.59**	*.57**	
LedreMIP									1	.07	.88**	.23*	.02	
Prod. Ledre										1	.16	.91*	-.17	
Mipdisp											1	.48**	-.12	
Mipreqd												1	-.25*	
Peso													1	

CC= Condición corporal. Ctorpre= Consumo de forraje predicho. Ctorreal= Consumo de forraje real. CMSpred= Consumo de materia seca predicho.

CMSreal= Consumo de materia seca real. FNDreq= Fibras ruminales digeridas. FNDsup= Fibras ruminales digeridas no absorbidas en la dieta.

LedreALE= Potencial de producción de leche por energía metabolizable. Ledre MIP= Potencial de producción de leche por proteína metabolizable.

Prod. Ledre= Producción real de leche. Mipdisp= Producción metabolizable disponible. Mipreqd= Proteína metabolizable requerida.