

VALIDACION DEL SISTEMA DE CARBOHIDRATOS Y PROTEINA NETA
DE CORNELL EN VAQUILLAS LECHERAS DE REEMPLAZO

POR

ALFONSO BONIFASI TOLEDO

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras

Abril, 1995

VALIDACION DEL SISTEMA DE CARBOHIDRATOS Y PROTEINA NETA
DE CORNELL EN VAQUILLAS LECHERAS DE REEMPLAZO

Por:

Alfonso Bonifasi Toledo

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.

Alfonso Bonifasi Toledo

Abril, 1995

i

DEDICATORIA

A mi padre Jaime Bonifasi Hoffens (Q.E.P.D.) y mi madre Concha Toledo de Bonifasi

II

AGRADECIMIENTO

A Dios

A mi mamá y mis hermanos por siempre darme apoyo, cariño y amor.

Al Dr. Antonio Flores y Doña Gladys de Flores por sus enseñanzas y amistad.

A mis amigos Mauricio Coronado y Raymond Vernon (en especial) y a todos por su ayuda y amistad durante estos cuatro años.

Al Dr. Isidro Matamoros y Ana María Girón.

Al Dr. Miguel Vélez

II

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE CUADROS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE ANEXOS.....	VII

	Pag.
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Factores forrajeros que controlan el consumo voluntario.....	3
2.1.1 Diferencias entre especies.....	3
2.1.2 Madurez del forraje.....	4
2.1.3 Cantidad de fibra neutro detergente.....	4
2.1.4 Picado del forraje.....	5
2.2 Suplementación.....	5
2.3 Simulación computarizada de la respuesta animal: Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS).....	6
3. MATERIALES Y METODOS.....	7
3.1 Localización.....	7
3.2 Animales.....	7
3.3 Pastos.....	7
3.4 Diseño Experimental.....	8
3.5 Alimentación y Tratamientos.....	8
3.6 Recolección de Datos.....	9
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	11
4.1 Consumo de Materia Seca.....	11

IV

4.2 Consumo de Fibra Neutralizante Detergente.....	13
4.3 Comparación del consumo de materia seca, contenidos de Eom y Eng entre datos observados y estimados por el CNCPS.....	15
5. CONCLUSIONES	18
6. RESUMEN.....	19
7. BIBLIOGRAFIA.....	20

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Diagrama de asignación y rotación de los tratamientos en los períodos experimentales.....	8
2. Composición de los componentes de la dieta de vaquillas lecheras alimentadas con pasto estrella de 18 días y concentrado.....	9
3. Consumo de materia seca y fibra neutro detergente en vaquillas en crecimiento bajo diferentes niveles de suplementación.....	13
4. Predicciones entre lo observado y predicho por el CNCPS en vaquillas en crecimiento alimentadas con pasto estrella.....	15

VI

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Consumo de materia seca del forraje y de la dieta total bajo diferentes niveles de suplementación.....	12
2. Proporción de la energía dietética aportada por el forraje y la dieta a diferentes niveles de suplementación.....	12
3. Efecto de la concentración de FND en la ración sobre el consumo de materia seca en novillas en crecimiento.....	14
4. Relación entre los consumos de materia seca predichos por el CNCPS y los observados.....	17

VII

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Pag.
1. Consumo de materia seca	22
2. Análisis de varianza de consumo de materia seca.....	23
3. Consumo de fibra neutro detergente.....	24
4. Análisis de varianza de fibra neutro detergente.....	25
5. Resultados observados y predichos por el CNCPS.....	26
6. Análisis de varianza entre datos observados y predichos por el CNCPS.....	27

I. INTRODUCCION

Los sistemas de producción de leche representan uno de los aspectos más importantes de la explotación pecuaria. Dentro de estos sistemas están incluidos todos aquellos factores que lo caracterizan, como los relacionados con el animal, el pasto, el suelo, las instalaciones, el método de pastoreo, etc. Tomando en cuenta estos factores podemos decir que existen tres sistemas generales de producción de leche: estabulación, semiestabulación y pastoreo libre todo el año.

Para obtener una producción animal económicamente rentable se deben utilizar al máximo los recursos disponibles. En el trópico los forrajes verdes dentro de un sistema de pastoreo constituyen el recurso alimenticio más económico, dado que el sistema digestivo de los rumiantes permite utilizarlos de manera eficiente. Sin embargo, bajo determinadas condiciones, como el elevado valor de la tierra y la alta demanda de leche para consumo humano, es justificable la utilización de un sistema de estabulación.

Los objetivos de un sistema de pastoreo son mantener una producción elevada de forraje de alta calidad durante un periodo de tiempo largo y lograr la mejor utilización del forraje producido y una elevada producción ganadera (Mc. Brody, 1987: citado por Román, 1994). La calidad del pasto es el factor que mayormente determina la producción de los animales, que es el resultado del consumo voluntario de materia seca y el valor nutritivo del alimento consumido.

El pasto estrella (*Cynodon nlemfensis*) está altamente difundido en el Trópico, existiendo gran cantidad de variedades, algunas de las cuales son más productivas y se

adaptan a un alto rango de condiciones ecológicas. La mayor limitante de la calidad de este y otros pastos es su digestibilidad, relacionada directamente con su contenido de fibra.

En los países desarrollados se han creado programas computarizados que sirven como herramientas para generar y evaluar dietas para alcanzar diferentes niveles de producción. En el trópico la limitante para la aplicación de predicción de estos programas, la constituyen la diferente composición química de los pastos y la carencia de información sobre el consumo de estos. Por la razón expuesta se planteó el siguiente trabajo cuyo objetivo fue generar información para validar el Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) bajo condiciones locales, principalmente en lo referente a consumo voluntario de materia seca de pastos tropicales.

2. REVISION DE LITERATURA

El consumo de forrajes se define como la cantidad de materia seca consumida en un día por un animal al que se le ofrece comida ad-libitum. La cantidad de materia seca de forraje consumido es el factor más importante en el control de la producción animal a base de forrajes. El consumo voluntario está a su vez controlado por dos mecanismos: el físico y el metabólico. En el mecanismo físico la limitante es la capacidad de llenado del rumen; mientras que cuando el mecanismo metabólico es el que trabaja es el requerimiento de energía el factor determinante del nivel de ingestión (Moore, 1981).

El consumo voluntario varía entre especies de animales debido principalmente a las diferencias en tamaño corporal (Anderson et. al., 1977; citado por Vélez, 1994). Por otro lado, el animal debe cumplir con sus demandas energéticas las cuales varían de acuerdo a sus funciones productivas.

2.1 Factores forrajeros que controlan el consumo voluntario

2.1.1 Diferencias entre especies

El consumo de forrajes está altamente relacionado con la resistencia del material vegetativo a la ruptura por masticación o sea la reducción en el tamaño de la partícula (Balch y Campling, 1962; citado por Church y Pond 1987). Las partículas indigeribles deben ser reducidas, en promedio, a un tamaño igual o menor a 1mm antes de que puedan salir del rumen. La masticación durante la ingestión y la rumia son los mecanismos por los cuales las partículas puedan ser reducidas en tamaño (Minson, 1990). Los forrajes de clima templado generalmente tienen un mayor consumo voluntario que los forrajes

tropicales porque generalmente presentan menor resistencia a la ruptura, debido tanto a que tienen menor cantidad de fibra como a su mayor digestibilidad.

2.1.2 Madurez de Forraje

La madurez de un pasto va acompañada de incrementos en la proporción de tallo y flor y una reducción en la proporción de hoja. Estos cambios fenológicos reducen progresivamente el consumo voluntario, debido a aumentos significativos en el contenido de fibra (Mason, 1990). Si no se mejora la calidad de la dieta total mediante suplementación, el consumo es limitado por la capacidad física y fisiológica del rumen para manejar volúmenes de forraje de baja densidad nutricional.

2.1.3 Cantidad de Fibra Neutra Detergente

Varias investigaciones indican que cuando los niveles de fibra están por debajo de un 20% de FAD y un 30% de FND, el mecanismo de control metabólico es el que regula el consumo voluntario de materia seca en vaquillas; por el contrario, el mecanismo de control por llenado físico del rumen empieza a operar cuando la FAD y FND se aproximan al 25% y 40% de la materia seca de la ración respectivamente (Tomlinson y col, 1991).

En el caso de pastos tropicales durante la maduración, más que un incremento en el contenido de fibra lo que se observa es un incremento en la lignificación de las paredes celulares, aumentando por tanto su contenido de fibra no digerible. En investigaciones con L.perenne y P.pratense se encontró que el consumo voluntario estuvo negativamente correlacionado con el contenido de fibra (Wilson y Mc Carrick, 1967:

citado por Salceda , 1992) y la lignificación de la misma. La fibra indigerible baja el consumo debido a que incrementa la resistencia del forraje a la acción desmenuzadora del masticado durante la ingestión y la rumia.

La densidad del forraje consumido, determinada por la concentración de FND es considerada como la mayor limitante en el consumo de dietas a base de forrajes (Stunsel y col., 1991).

2.1.4 Picado de Forraje

Al picar un forraje se consigue un aumento en el consumo total, pero al mismo tiempo se pierde en digestibilidad. El incremento en consumo varía con la especie del rumiante, la madurez del forraje y la concentración de nitrógeno. En terneros y vaquillas el efecto es mayor que en vacas, por la capacidad relativa del rumen (Buchman y Hemken, 1964: citado por Minson, 1990). El incremento en consumo voluntario es significativo en forrajes de baja calidad pero muy poco en forrajes inmaduros de alta calidad (Minson, 1990). El aumento se debe a que el picado produce un aumento en el área superficial de las partículas, permitiendo una fermentación más rápida; pero más significativo que esto es la reducción en el tiempo de retención del material en el rumen.

2.2 Suplementación

Debido a que la capacidad del rumen es limitada, el animal de alta producción no puede consumir suficiente cantidad de forraje para cubrir todos los requerimientos de mantenimiento y producción (Bmh y col., 1978: citado por Kœhler, 1993); para corregir esta deficiencia se recurre a la suplementación. Con la

suplementación se puede cubrir el déficit de nutrientes, corregir desbalances nutricionales y mejorar la eficiencia de utilización del pasto (Preston y Leng, 1990). Sin embargo, al utilizar la suplementación tenemos que tomar en cuenta su cantidad y calidad, para que la ganancia en producción siempre sea mayor que el costo de la suplementación.

2.3 Simulación Computarizada de la respuesta Animal: Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS)

El CNCPS resultó de la necesidad de estudiar la respuesta animal como producto de la variación debida al efecto de una serie de factores sobre el consumo voluntario. El modelo toma en cuenta factores ambientales, raza y tamaño del animal, uso de anabólicos, el plan de nutrición previo, la concentración de fibra efectiva, el uso de carbohidratos y proteína, y la eficiencia en el uso de la energía y la proteína absorbida (Fox y col, 1995).

El CNCPS es un modelo que se usa para diagnóstico nutricional y como herramienta para la evaluación de dietas, en base a datos que pueden ser medidos como la producción de leche o crecimiento. También es un programa que puede generar dietas para alcanzar diferentes niveles de producción. La mayor limitante para usar el programa en los trópicos es que no existe toda la información química y biológica que se necesita para que los sistemas (ecuaciones) de predicción funcionen (Nicholson y col. , 1990: citado por Suazo, 1993).

El CNCPS también puede ser usado para describir en forma más precisa la calidad de un forraje o de una dieta y determinar el efecto que los cambios en la composición de la misma pueden tener sobre el rendimiento animal.

3. MATERIALES Y METODOS:

3.1. Localización

El experimento se realizó entre septiembre y noviembre de 1994, en la Sección de Ganado Lechero de Zamorano, que está ubicada en el valle del Yeguate a 30 Km. al sureste de Tegucigalpa. El valle se encuentra a una altura de 800 m.s.n.m. y recibe una precipitación anual promedio de 1100 mm entre los meses de Mayo y Noviembre. La temperatura promedio anual es de 23° C.

3.2. Animales

Para el estudio se utilizaron 8 vaquillas lecheras, de las razas Holstein y Pardo Suizo, de una edad entre 12 y 18 meses, las cuales fueron divididas en 2 grupos de 4 animales cada uno en base a peso.

Las vaquillas se alimentaron en un corral equipado con comederos automáticos operados por dispositivos magnéticos (Calan inc. New York), que permitían medir el consumo voluntario individual. Los animales tuvieron un período de adaptación de 15 días previos al inicio del experimento para acostumbrarse al uso de los comederos.

3.3 Pastos

La pastura estaba compuesta por pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto bahía (*Paspalum notatum*). Se aplicaron 40 kg/ha de P_2O_5 y 100 kg/ha de N al inicio del experimento. Posteriormente se aplicó 125 kg/ha de N a lo largo del experimento. En períodos prolongados de sequía se regó la parcela en base a un requerimiento mínimo de

5mm diarios. El potrero estaba dividido en 19 parcelas que permitían el intervalo entre cortes necesario para que el pasto tuviera una edad de 18 días de rebrote.

3.4 Diseño Experimental

El experimento se organizó en un cuadrado latino de 4*4 repetido en sobrecambio, balanceado, en el cual cada grupo de 4 animales rotaron en forma secuencial por cuatro tratamientos durante cuatro periodos consecutivos de 15 días. Cada tratamiento estuvo precedido y seguido por cada uno de los otros tratamientos. La distribución y secuencia de cambio se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Diagrama de asignación y rotación de los tratamientos en los periodos experimentales.

Periodos	Animales			
	1	2	3	4
1	A*	B	C	D
2	B	D	A	C
3	C	A	D	B
4	D	C	B	A

(*): A, B, C, D = Tratamientos según se describe en el texto.

3.5 Alimentación y Tratamientos

Todas las vaquillas tuvieron libre acceso a pasto estrella fresco de 18 días de rebrote, y en forma controlada a un suplemento concentrado que les fue ofrecido de acuerdo al tratamiento y al período respectivo.

Los tratamientos consistieron en suplementar con concentrado en niveles equivalentes a 0.0(A), 0.5(B), 1.0(C) y 1.5 (D)% del peso vivo, en dos porciones al día,

por las mañanas(08:30) y por las tardes (16:00). La composición del concentrado se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Composición de los componentes de la dieta de vaquillas lecheras alimentadas con pasto estrella de 18 días y concentrado.

	<u>Farrate</u>	<u>Suplemento</u>
	%	%
Pasto	100	
Harina de Maíz		11.2
Maíz		80.5
Melaza		8
Vitamelk		0.5
Composición química		
Materia Seca	21.9	87.2
Materia Orgánica	39.6	90
Proteína Cruda	14.7	12.3
Fibra Neutro Detergente	60.8	8.1
Fibra Acido Detergente	33.9	3.2
Extracto Etero		3.3
Digestibilidad	64.1	83.9

3.6 Recolección de Datos

Cada período experimental consistió de 10 días de adaptación y 5 de toma de datos. Durante los cinco días de recolección, se tomaron diariamente muestras del pasto ofrecido y del rechazo, homogenizándose estos últimos por animal por período. El consumo voluntario por animal se midió por diferencia entre la cantidad ofrecida y la cantidad rechazada. Las vaquillas se pesaron al inicio del experimento y al término de cada período.

En las muestras de ofrecido y rechazo colectadas, se determinó el contenido de proteína cruda y nitrógeno ligado a FND y FAD (Kjeldahl), la MS y la MO por secado (105°C) e incinerado (580° C), el fraccionamiento de las paredes celulares por el método de Goering y Van Soest (1971) y además se determinó la digestibilidad in vitro de la MO por el método de Menke y col. , (1974).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Consumo de materia seca

El consumo de materia seca y fibra se muestra en el Cuadro 3. El consumo de MS del forraje (6.97 kg y 2.4%) disminuyó ($P < 0.01$) al ofrecerse concentrado en la dieta (5.71 kg y 2.0%). Entre los tratamientos suplementados los consumos tendieron a disminuir conforme aumentaba el nivel de concentrado; sin embargo no se encontró diferencia entre ellos.

El consumo de materia seca tanto total (kg/a/d) como en base al PV, aumentó ($P < 0.01$) a medida que aumentó la cantidad de suplemento en la dieta. Tomando en cuenta el consumo de MS total y el proveniente del forraje se puede concluir que hubo un efecto de tipo aditivo de la suplementación, ya que se incrementó el consumo de MS total y no hubo cambios en el consumo de MS del forraje (Figura 1). Cuando estos consumos son traducidos a su aporte en términos de consumo de ED, inmediatamente se aprecia que el efecto de incluir concentrado en la ración fue de tipo mixto (Figura 2). El consumo de ED aumentó a medida que se incluyó concentrado, a la vez que el aporte de ED del pasto disminuyó marcadamente. En vista del incremento en consumo de MS observado se puede concluir que el consumo fue controlado por el mecanismo de la capacidad física (Moore, 1981).

FIGURA 1. Consumo de Materia Seca del forraje y de la dieta total bajo diferentes niveles de suplementación.

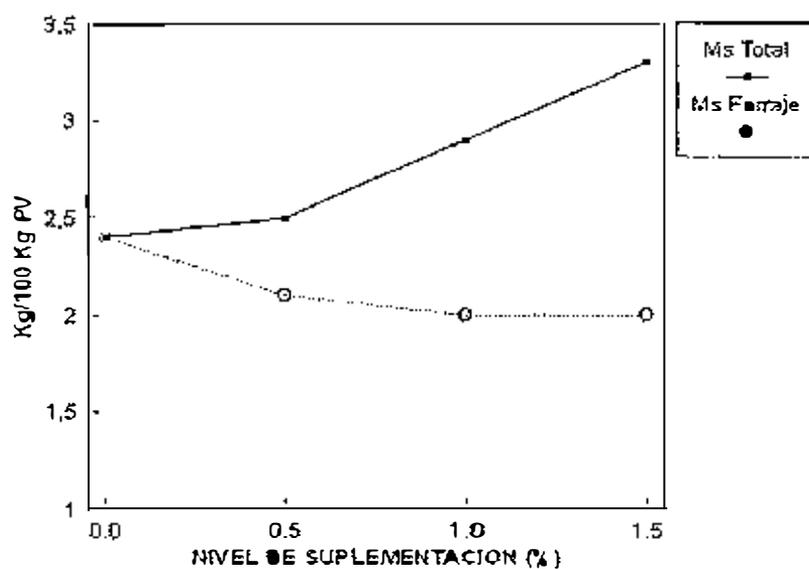
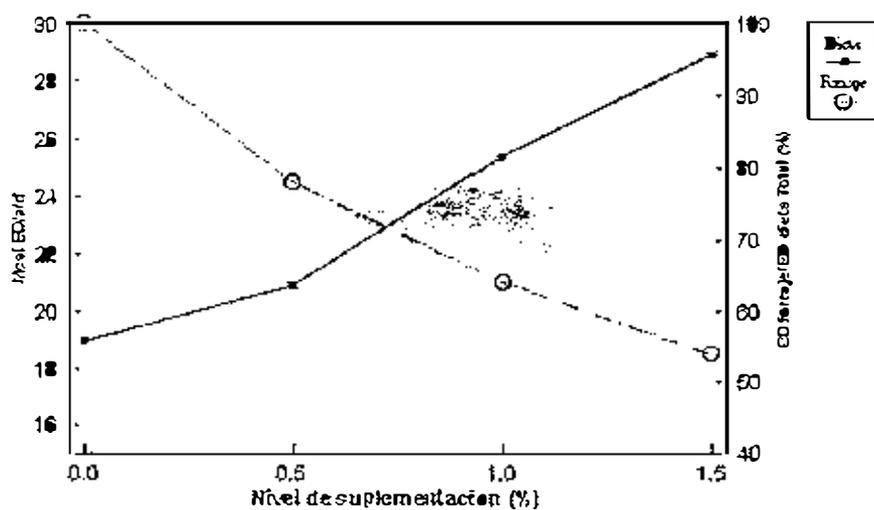


FIGURA 2. Proporción de la energía dietética aportada por el forraje y la dieta a diferentes niveles de suplementación.



4.2 Consumo de fibra neutro detergente

A pesar de que la estructura de la dieta (forraje:concentrado) cambió significativamente al incrementar la cantidad de suplemento, el consumo de FND total o expresada como porcentaje del PV no cambió, observándose un consumo promedio de

Cuadro 3.- Consumos de materia seca y fibra neutro detergente en vaquillas en crecimiento bajo diferente niveles de suplementación.

CONSUMO	NIVEL DE SUPLEMENTACION			
	0.0%	0.5%	1.0%	1.5%
MS				
-forraje				
kg/a/día	6.97a	6.02b	6.00b	5.71b
kg/100kgPV	2.4a	2.0b	2.1b	2.0b
-total				
kg/a/día	6.97c	7.26c	8.53b	9.45a
kg/100kg PV	2.4c	2.5c	2.9b	3.3a
FND				
-forraje				
kg/a/día	4.25a	3.63b	3.66b	3.48b
-total				
kg/a/día	4.25a	3.73a	3.87a	3.79a
kg/100kgPV	1.4a	1.3a	1.3a	1.3a

Letras diferentes en una línea indica diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$)

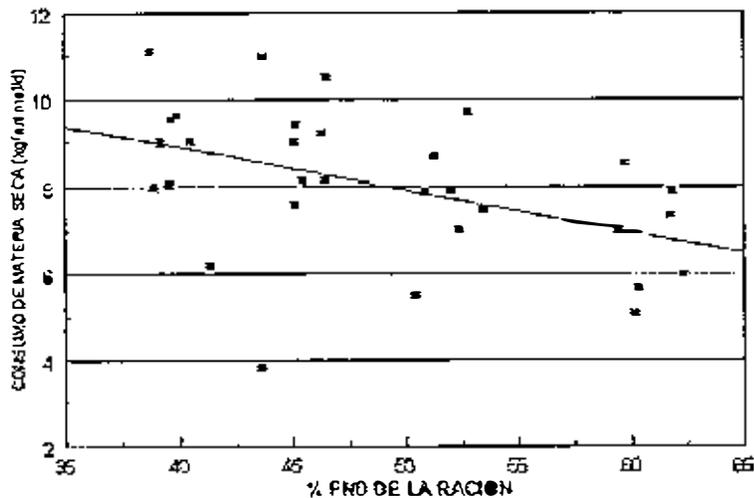
MS= materia seca

FND= fibra neutro detergente

FND total de 3.9 kg/a/d que correspondió a 1.3% del peso vivo. Este valor coincide con lo reportado por Mertens (1986). La concentración de FND en la ración fue en promedio de 48% con un rango entre 39 y 62%. La literatura reporta que en términos de mecanismo

de control del consumo, el mecanismo de tipo físico comienza a actuar cuando el contenido de FND de la ración está por encima del 40%

FIGURA 3. Efecto de la concentración de FND en la ración sobre el consumo de materia seca en novillas en crecimiento



La relación entre concentración de FND en la ración y consumo de MS se muestra en la figura 3. El consumo de MS disminuyó ligeramente cuando el porcentaje de FND se incrementó en la ración. Ajustes del consumo en base a peso vivo ($\text{kg}/100\text{kg}$) y al peso metabólico ($\text{g}/\text{kg}^{0.75}$) permitieron obtener relaciones más altas ($r^2 = 0.28$ y $r^2 = 0.30$; respectivamente) entre el %FND y el consumo de MS. A pesar de que las relaciones son de tipo lineal, éstas coinciden con las observaciones de Tomlinson y col (1991). El consumo máximo de MS ocurre cuando la dieta contiene 41% de FND (Tomlinson y col, 1991). La diferencia con los resultados de este trabajo probablemente se deben a la estructura físico-anatómica del pasto (Flores, 1996) o a las diferencias en manejo.

Montgomery y Baumgardt (1965), encontraron que el consumo disminuye en vaquillas de reemplazo cuando la digestibilidad del alimento está por arriba del 56%. Los datos del experimento estuvieron en un rango de 56 a 65%, observándose una tendencia inversa en aumentar el consumo conforme aumentaba la digestibilidad de la dieta ($r^2=0.29$). En el trabajo de Montgomery y Baumgardt se usaron pastos de tipo templado en contraposición al del presente estudio, siendo posiblemente esta la razón de la diferencia en respuesta animal.

4.3 Comparación del consumo de materia seca, contenidos de Enm y Eng entre datos observados y estimados por el CNCPS.

La comparación entre predicciones del modelo CNCPS se pueden ver en el Cuadro 4. Con los resultados de consumo se realizó una regresión entre valores predichos y valores observados. La ecuación de regresión ($r^2 = 0.55$; $P < 0.001$), que mejor se ajustaba a la respuesta animal fue de tipo lineal ($y = 1.55x - 3.14$).

Cuadro 4.- Predicciones entre lo observado y predicho por el CNCPS en vaquillas en crecimiento alimentadas con pasto estrella

	NIVEL DE SUPLEMENTACION			
	0.0%	0.5%	1.0%	1.5%
Consumo de MS	95.45	100.4	87.33	80.77
Consumo de MS *	94.52	90.74	87.33	83.54
Enm	1	1.2	1.3	1.4
Eng	0.5	0.7	0.8	0.8
Xmant	1.2	1.5	1.9	2.2

*tres datos eliminados

Enm= energía neta mantenimiento

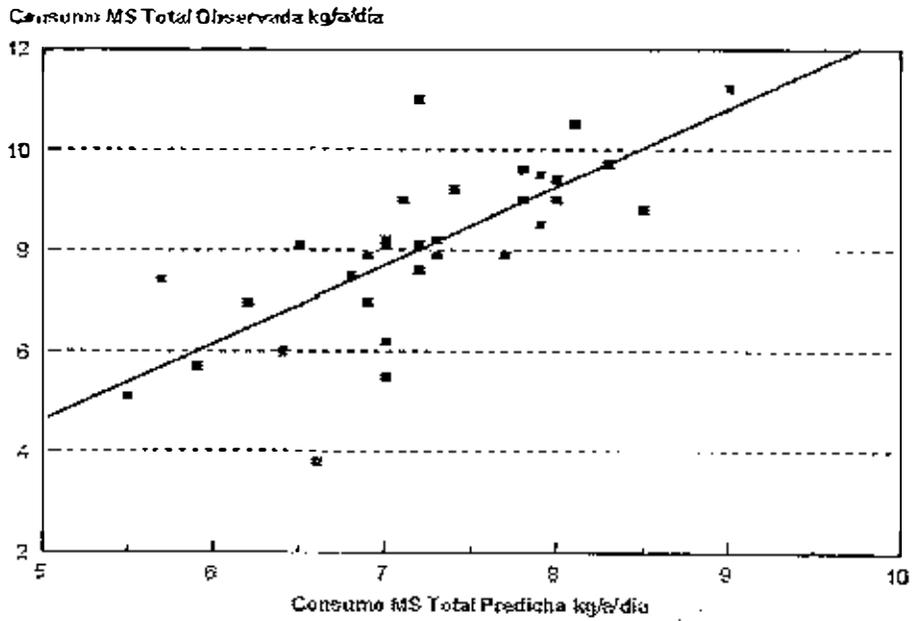
Eng = energía neta ganancia

Xmant= veces su requerimiento energético de mantenimiento

El modelo, sub-estimó el consumo de materia seca al incrementar los niveles de suplementación. Cantidades pequeñas de concentrado no disminuyen el consumo de los forrajes; inclusive pueden incrementarlo cuando el forraje es de baja calidad (Church y Pond, 1987). Esta sub-estimación se debe a que conforme aumentamos el concentrado en la dieta hay mayor dilución de la FND y el modelo pierde capacidad de predicción. En la distribución de observaciones existieron tres datos erráticos (figura 4), los cuales fueron temporalmente eliminados de la base de datos dando una ecuación lineal ($y = 1.42x - 2.10$) con un valor de r^2 mayor (0.73; $P < 0.001$). Esto permitió obtener un gradiente de predicción más secuencial, como se observa en el Cuadro 4.

En base a los contenidos de Emn y Eng el modelo estimó que el pasto aportaba energía suficiente sólo en un 20% por encima de los requerimientos de mantenimiento, por lo que se considera como un pasto de baja calidad. Al incrementar la suplementación la dieta aporta al animal EN suficiente para cubrir sus necesidades de mantenimiento y un exceso de energía para ganancia. Esto no se pudo comprobar debido a que la ganancia de peso no fue una variable incluida en el experimento. Con el nivel de suplementación de 1.5% del PV el animal recibía 2.2 veces su requerimiento energético de mantenimiento de la dieta total, cantidad que garantizara un nivel de ganancia de aproximadamente 1.0 kg/día.

FIGURA 4 Relación entre los consumos de materia seca predichos por el CNCPS y los observados.



S. CONCLUSIONES

El suplemento aumentó el consumo de materia seca sustituyendo progresivamente el aporte energético del pasto.

El consumo de fibra neutro detergente se mantuvo igual aún a pesar de la incorporación del suplemento.

Conforme aumenta el nivel de suplementación el modelo de Cornell pierde potencial de predicción del consumo de materia seca.

6. RESUMEN

El estudio se realizó en el período comprendido entre septiembre y noviembre de 1994, con el objeto de generar información para validar el modelo "Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS)" bajo condiciones locales, principalmente en lo referente a consumo voluntario de materia seca. Se usaron 8 vaquillas lecheras Holstein y Pardo Suizo de 12 a 18 meses de edad, las cuales se mantuvieron estabuladas en un corral equipado con comederos automáticos (Calan Inc, New York). La dieta se basó en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) de 18 días de rebrote, el que fue ofrecido ad-libitum y suplementado con concentrado según el tratamiento (0.0, 0.5, 1.0 y 1.5% del PV). Para analizar los datos se utilizó un cuadrado latino repetido en sobre cambio 4*4 balanceado. Se encontró que el consumo de materia seca fue controlado por el mecanismo físico y bajo un efecto de tipo mixto de la suplementación. No se encontró diferencia en cuanto a consumo de FND total o expresada como porcentaje del peso vivo. El CNCPS subestimó el consumo de materia seca. Al incrementar el concentrado en la dieta, la FND se diluyó y el modelo perdió capacidad de predicción.

7. BIBLIOGRAFIA

- CHURCH, D. C. ; POND, W. G. 1987. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. 1era. Edición. D.F., México. Editorial Limusa. 295p.
- FLORES, A. 1990. Determinants of the difference in forage quality between pensacola bahiagrass (Paspalum notatum) and mott dwarf elephantgrass (Pennisetum purpureum). Tesis Ph.D. University of Florida. 153p.
- FOX, D. ; BARRY, R. ; ROSELER, P. ; PITT, R. ; STONE, W. 1995. Application of the Cornell net carbohydrate and protein model for cattle consuming forages. *Journal of Animal Science* 73: 267-277.
- KAEHLER, R. 1993. Efecto de la alimentación de vacas lecheras con ensilaje de pasto guinea (Panicum maximum). Tesis de Ingeniero Agrónomo. EAP, El Zamorano. 33 p.
- MERTENS, D.R. 1986. Predicting intake and digestibility using mathematical model of ruminal functions. *Journal of Animal Science* 93:217-222.
- MINSON, D.J. 1990. Forage In Ruminant Nutrition. Academic Press Inc., San Diego California, U.S.A. p. 9-84.
- MONTGOMERY, M.J.; BAUMGARDT, B.R. 1965. Regulation of feed intake in ruminants. *Journal of Dairy Science* 48:489-493.
- MOORE, J.E. 1981. Principles of forage quality evaluation. En: King Visiting Lectures, Arkansas. agricultural experimental station. special report number 93. p. 63-87.
- NRC 1988. Nutrient Requirements for Dairy Cattle. National Academy Press. Washington, U.S.A.

- PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1990. 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. 2a Edición (Español) Cali, Colombia. Circulo Impresores Ltda. 312 p.
- ROMAN, J.L. 1994. Producción de vacas lecheras alimentadas con ensilaje de pasto guinea (Panicum maximum). Tesis de Ingeniero Agrónomo. EAP, El Zamorano. 44 p.
- SALCEDA, G. 1992. Efecto de la suplementación con concentrado a partir de tres niveles producción en vacas lecheras alimentadas con ensilaje de maíz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. EAP, El Zamorano, 34 p.
- SUAZO, H.E. 1993. Producción de vacas lecheras alimentadas con ensilaje de sorgo y dos niveles de concentrado. Tesis de Ingeniero Agrónomo. EAP, El Zamorano. 49 p.
- SUMSEL, P.; SPANGHEO, M.; STEFANSON, B.; MILLS, C.R.; CARNELUTTI, C. 1991. Effect of NDF concentration and physical form of Fescue hay on rumen degradability intake and rumen turnover of cows. *Animal Production*. 53:305-313.
- TOMLINSON, D.J.; JAMES, R.E.; MCGILLIARD, M.L. 1991. Effect of varying levels of neutral detergent fiber and total digestible nutrients on intake on growth of holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. U.S.A. 74(2) 537-546.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. 1990. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. U.S.A. 74(10) 267-289.
- VELEZ, M. 1994. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Zamorano Academic Press. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 163 p.

Anexo 1.- Consumo de Materia Seca (kg)

OBS	MS RECHAZO	MSFORR	MSFORR %PV	MSTotal	MS%PV
1	2.34350	5.08780	2.09202	5.0878	2.09202
2	1.76814	5.66316	2.07670	5.6631	2.07670
3	0.30952	7.37322	2.82121	7.3732	2.82121
4	0.51816	8.23942	2.43302	8.2394	2.43302
5	0.89950	8.49890	2.64269	8.4989	2.64269
6	1.55976	7.04224	2.63705	7.0422	2.63705
7	2.56296	6.02754	2.06387	6.0275	2.06387
8	2.57280	7.85820	2.25228	7.8582	2.25228
9	0.79170	6.63960	2.26453	7.9302	2.70469
10	1.53628	5.89502	2.34721	6.9937	2.78469
11	3.40000	2.74484	1.13400	3.8436	1.58792
12	1.69168	4.30106	1.57721	5.4870	2.01209
13	2.56360	6.63680	2.26357	7.9274	2.70374
14	1.24816	7.35384	2.19354	8.7490	2.60971
15	2.27700	6.31350	2.25845	7.4994	2.68268
16	2.35000	8.08100	2.22219	9.6680	2.65861
17	1.47312	5.95818	2.37236	8.1382	3.24037
18	0.86562	6.66090	2.03542	9.4339	2.88277
19	0.46560	5.67924	1.99132	8.1557	2.85965
20	1.43464	6.24810	1.94282	9.0211	2.80506
21	2.34720	4.05450	1.61449	6.2348	2.48250
22	1.36950	6.83210	2.47450	9.2039	3.33355
23	2.89224	7.53876	2.26423	10.5210	3.15993
24	3.20112	5.18688	1.87083	7.5587	2.72632
25	1.84338	5.58792	2.05779	9.0410	3.32942
26	1.77888	5.74764	1.88726	9.6193	3.15854
27	1.02046	5.58744	1.83465	9.5463	3.13457
28	1.31596	4.67678	1.79703	8.0427	3.09037
29	1.65726	7.54314	2.81303	11.0137	4.10729
30	1.77100	6.62860	1.88152	11.1804	3.17356
31	3.54620	4.63480	1.72074	8.1054	3.00923
32	3.12366	5.26434	1.77519	9.0314	3.04548

MS RECHAZO= materia seca del rechazo

MSFORR= consumo de materia seca del forraje

MSFORR%PV=consumo de materia seca del forraje como porcentaje del peso vivo

MSTOTAL=consumo de materia seca total

MS%PV= consumo de materia seca total como porcentaje del peso vivo

Anexo 2.- Análisis de varianza, consumo de materia seca

	G.L	CONSMS	MSFORR	MSFORRPV	CONSMSPV
CUADRADO	1	1.9248 (0.042)	1.0414 (0.134)	0.0202 (0.536)	0.0277 (0.471)
ANIMAL (CUAD)	6	6.6101 (0.001)	5.1319 (<0.001)	0.3116 (0.001)	0.3106 (0.001)
PERIODO	3	2.5590 (0.004)	2.2738 (0.009)	0.1990 (0.026)	0.1935 (0.029)
TRATAMIENTO	3	10.5743 (<0.001)	2.4309 (0.007)	0.2622 (0.010)	1.3568 (<0.001)
ERROR	18	0.414	0.434	0.062	0.051
C.V.		7.87	10.61	10.67	8.16

BIBLIOTECA WILSON POPKOW
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO 82
 FRUICIRALPA HONDURAS

Anexo 3.- Consumo de FND (kg)

OBS	CUADR.	ANIM	PER	TRAT	FNDFORR	FNDTOTAL	FND%PV
1	1	1	1	0.0	3.05811	3.05811	1.25745
2	2	5	1	0.0	3.41850	3.41850	1.25357
3	1	3	2	0.0	4.55181	4.55181	1.74165
4	2	7	2	0.0	5.08274	5.08274	1.50088
5	1	2	3	0.0	5.07114	5.07114	1.57685
6	2	6	3	0.0	4.18550	4.18550	1.56731
7	1	4	4	0.0	3.75217	3.75217	1.28477
8	2	6	4	0.0	4.85324	4.85324	1.39101
9	1	2	1	0.5	4.01893	4.12463	1.40676
10	2	6	1	0.5	3.57130	3.66128	1.45781
11	1	1	2	0.5	1.58542	1.67541	0.69217
12	2	5	2	0.5	2.66806	2.76519	1.01400
13	1	4	3	0.5	3.92884	4.03454	1.37604
14	2	8	3	0.5	4.37901	4.49328	1.34028
15	1	3	4	0.5	3.91520	4.01232	1.43528
16	2	7	4	0.5	4.97348	5.10346	1.40340
17	1	3	1	1.0	3.60023	3.77877	1.50459
18	2	7	1	1.0	4.03421	4.26132	1.30216
19	1	4	2	1.0	3.50260	3.70543	1.29924
20	2	8	2	1.0	3.84022	4.06733	1.26472
21	1	1	3	1.0	2.39959	2.57813	1.02653
22	2	5	3	1.0	4.06507	4.25932	1.54267
23	1	2	4	1.0	4.65194	4.89618	1.47055
24	2	6	4	1.0	3.21355	3.40781	1.22915
25	1	4	1	1.5	3.38028	3.66309	1.34895
26	2	8	1	1.5	3.52111	3.83820	1.26029
27	1	2	2	1.5	3.45717	3.78140	1.24164
28	2	6	2	1.5	2.90853	3.18420	1.22352
29	1	3	3	1.5	4.53309	4.81732	1.79650
30	2	7	3	1.5	3.95373	4.32653	1.22808
31	1	1	4	1.5	2.86704	3.15128	1.16996
32	2	5	4	1.5	3.22918	3.53770	1.19295

FNDFORR= consumo de FND del forraje

FNDTOTAL= consumo de FND total (forraje y suplemento)

FND%PV= consumo de FND como porcentaje del peso vivo

Anexo 4.- Análisis de varianza, fibra neutro detergente

	G.L	FORRAJE	DIETA	±PV
CUADRADO	1	0.41036 (0.130)	0.4497 (0.109)	0.0065 (0.568)
ANIMAL (CUAD)	6	1.9805 (0.001)	2.0480 (<0.001)	0.1237 (<0.001)
PERIODO	3	0.6738 (0.004)	0.6374 (0.018)	0.0464 (0.100)
TRATAMIENTO	3	0.9084 (<0.001)	0.4295 (0.076)	0.0480 (0.092)
ERROR	18	0.151	0.165	0.0233
C.V.		10.72	10.18	10.37

Anexo 5.- Resultados observados y predichos por el CNCPS(MS, energía y veces mantnimiento).

OBS	CVA	PER	TRAT	ANIM	MSPRED	MSREAL	PRERREAL	ENM	ENG	XMANT
1	1	1	0.0	1	5.5	5.1	93	0.96	0.41	0.9
2	2	1	0.0	5	5.9	5.7	95	0.96	0.41	1.0
3	1	2	0.0	3	5.7	7.4	129	0.94	0.40	1.3
4	2	2	0.0	7	7.0	8.2	118	0.96	0.41	1.2
5	1	3	0.0	2	7.9	8.5	107	1.27	0.70	1.7
6	2	3	0.0	6	6.9	7.0	102	1.27	0.70	1.6
7	1	4	0.0	4	6.4	6.0	94	1.00	0.45	1.0
8	2	4	0.0	8	7.3	7.9	106	0.98	0.43	1.1
9	1	1	0.5	2	6.9	7.9	114	1.12	0.56	1.5
10	2	1	0.5	6	6.2	7.0	114	1.11	0.56	1.5
11	1	2	0.5	1	6.6	3.8	58	1.38	0.80	1.0
12	2	2	0.5	5	7.0	5.5	78	1.26	0.69	1.2
13	1	3	0.5	4	7.7	7.9	103	1.41	0.82	1.9
14	2	3	0.5	8	8.5	8.8	103	1.40	0.82	1.8
15	1	4	0.5	3	6.8	7.5	110	1.15	0.59	1.5
16	2	4	0.5	7	8.3	9.7	117	1.15	0.59	1.6
17	1	1	1.0	3	6.5	8.1	126	1.22	0.65	1.9
18	2	1	1.0	7	8.0	9.4	118	1.26	0.69	1.8
19	1	2	1.0	4	7.3	8.2	112	1.30	0.73	1.8
20	2	2	1.0	8	8.0	9.0	112	1.30	0.73	1.8
21	1	3	1.0	1	7.0	6.2	89	1.57	0.97	1.8
22	2	3	1.0	5	7.4	9.2	124	1.45	0.86	2.3
23	1	4	1.0	2	8.1	10.5	130	1.26	0.69	2.0
24	2	4	1.0	6	7.2	7.6	105	1.33	0.75	1.7
25	1	1	1.5	4	7.1	9.0	127	1.34	0.76	2.1
26	2	1	1.5	8	7.8	9.6	123	1.37	0.79	2.1
27	1	2	1.5	2	7.9	9.5	121	1.40	0.82	2.2
28	2	2	1.5	6	7.0	8.1	115	1.41	0.83	2.1
29	1	3	1.5	3	7.2	11.0	152	1.46	0.87	2.9
30	2	3	1.5	7	9.0	11.2	124	1.56	0.96	2.5
31	1	4	1.5	1	7.2	8.1	112	1.43	0.85	2.1
32	2	4	1.5	5	7.8	9.0	116	1.41	0.83	2.1

MSPRED= consumo de materia seca predicha por el modelo

MSREAL= consumo de materia seca observada

PRERREAL= % de sub y sobreestimación entre lo predicho y lo real

ENM= energía neta de mantenimiento predicha por el modelo

ENG= energía neta de ganancia predicha por el modelo

XMANT= veces mantenimiento energético de la dieta total

Enexo 6.- Análisis de varianza entre datos observados y predichos por el CNCPS

	G.L	PRE-REAL	ENM	ENG	XMANT
CUADRADO	1	0.78120 (0.933)	0.00002 (0.911)	0.00001 (0.936)	0.00121 (0.764)
ANIMAL (CUAD)	6	698.11 (<0.001)	0.0076 (0.020)	0.0064 (0.019)	0.0870 (<0.001)
PERIODO	3	115.7812 (0.388)	0.1006 (<0.001)	0.0831 (<0.001)	0.4254 (<0.001)
TRATAMIENTO	3	884.6145 (0.001)	0.2124 (<0.001)	0.1799 (<0.001)	1.6421 (<0.001)
ERROR	18	108.67	0.0021	0.0018	0.0134
C.V.		9.39	3.74	6.28	6.75
