

INTRODUCCION DE NUEVOS SISTEMAS PARA EXPRESAR EL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES TROPICALES. IV. CONSUMO

R. García-Trujillo¹ y O. Cáceres

¹ Instituto de Ciencia Animal
San José de Las Lajas, La Habana
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Perico, Matanzas, Cuba

En este trabajo se abordó la adaptación del sistema de unidades de consumo (UC), propuesta por el INRA (1980), a las condiciones tropicales. La unidad de consumo se establece a través de un forraje estándar, caracterizándose el sistema porque cada alimento voluminoso tiene un valor de consumo del forraje (VCF) y cada animal una capacidad de ingestión (CI); además, se tienen en cuenta los efectos sustitutivos. El consumo de MS (CMS) se obtiene dividiendo la CI entre el VCF. En las condiciones tropicales se obtuvo que el forraje estándar se consume a razón de 71,98 y 146 g MS/kg $P^{0,75}$ por carneros, bovinos en crecimiento y vacas lecheras respectivamente, mientras que los efectos sustitutivos de los concentrados (S) expresados en kg MS forraje/kg MS concentrado se obtienen por la fórmula: $S = 2,07 - 1,26 \text{ VCF}$ ($r^2 = 0,96^{***}$). La CI se estimó a partir del peso vivo en vacas lecheras y bovinos jóvenes, encontrándose una alta homogeneidad de la varianza en los análisis de residuo realizados a la estimación del CMS por este sistema. Se concluye que el uso del sistema de UC nos permite calcular el CMS de los forrajes tropicales con un alto grado de precisión.

Palabras clave: *Sistema, valor nutritivo, consumo forrajes tropicales*

Una de las mayores dificultades de los sistemas de racionamiento actuales, es el cálculo del consumo de MS (CMS) que pueden hacer los rumiantes de las raciones formuladas.

Esta dificultad radica en que muchos de los sistemas actuales para predecir el CMS solamente tienen en cuenta los factores del animal que lo afectan, o integran sólo algunos aspectos de las características de la alimentación o de los alimentos (ARC, 1965; Conrad, 1971; Chandler y Walker, 1972; MAAF, 1975; Mc Collough, 1976; NRC, 1978).

Sistemas más completos que integran tanto los factores animales como los de los alimentos, han sido desarrollados por Hypölä y Hasvnen (1970) y más recientemente por Jarrige, Beranger, Demarquilly, Dulphy, Geay, Hoden, Matterre, Micol, Petit y Robelin (1980). Estos autores han desarrollado el sistema de unidades de consumo propuesto por el INRA francés en 1980.

Debido a que el sistema francés para estimar el CMS por los rumiantes tiene en cuenta las características de los animales, los alimentos y la interacción entre ellos, a que abarca todas las categorías de bovinos, ovinos y caprinos y está muy desarrollado para su uso en el racionamiento, ha sido seleccionado para su introducción en nuestras condiciones.

En este trabajo se presentan las adaptaciones del sistema de unidades de consumo a las condiciones tropicales, con lo que se completarían las tres bases principales del racionamiento (energía, proteína y consumo) que han sido publicadas anteriormente.

MATERIALES Y METODOS

Bases del sistema. El sistema de unidades de consumo (UC) (Jarrige y col., 1980) se basa en el conocimiento de 3 elementos que son:

1. La capacidad de ingestión de los animales (CI)
2. La ingestibilidad de los forrajes o el valor de consumo de los forrajes (VCF).

3. La influencia de los alimentos concentrados sobre el consumo de los forrajes.

La unidad de consumo (UC) corresponde a la ingestión de MS, expresada en g/kg $P^{0,75}$, de un ovino o bovino cuando consume un forraje estandar, previamente determinado y que posee las características de un buen pasto. Demarquilly, Andrieu, Sauvant y Dulphy (1978) determinaron que ese forraje estandar era consumido por un carnero a razón de 75 g de MS/kg $P^{0,75}$ en pastos de clima templado; mientras que a través de correlaciones entre los consumos de vacas y bovinos en crecimiento con carneros, Jarrige y col. (1980) encontraron que este valor para bovinos correspondía a una ingestión de 122,6 g de MS/kg $P^{0,75}$.

El VCF del forraje estandar corresponde a 1 UC, mientras que el VCF de cualquier forraje se determina al dividir el consumo del forraje estandar por el consumo del forraje evaluado.

$$VCF_x = \frac{\text{Consumo de forraje estándar (g MS/kg } P^{0,75})}{\text{Consumo forraje x (g MS/kg } P^{0,75})} \quad (1)$$

A diferencia de los forrajes, los alimentos concentrados no tienen un solo valor de consumo (VCC), pues el mismo depende de la tasa de sustitución (5) que provoquen en los forrajes y sobre el valor de consumo de estos (VCF)

$$VCC = S \times VCF \quad (2)$$

Cuando se suministran alimentos concentrados y forrajes en una misma ración, esta tendrá un valor de consumo que se denomina valor de consumo de la ración (VCR) y se calcula de la forma siguiente:

$$VCR = C \times VCC + (1 - C) VCF \quad (3)$$

donde C es la proporción que ocupa el concentrado en la ración y se expresa en fracción de 1.

Al suministrar dos forrajes en una misma ración, el VCF del alimento voluminoso se calcula según la fórmula:

$$VCF_{AB} = VCF_A \times A + VCF_B \times B \quad (4)$$

donde A y B son las proporciones de cada forraje expresadas en fracción de 1.

La CI se define como el consumo que realiza un rumiante cualquiera del forraje estandar y se expresa en VC.

El consumo de materia seca (CMS) de un forraje o una ración se determina dividiendo la CI de los animales entre el VCF o el VCR.

$$CMS (kg) = \frac{CI}{VCF \text{ o } VCR} \quad (5)$$

Como los ovinos y los bovinos difieren marcadamente en sus características de ingestión se han creado dos UC, una para ovinos (UCC) y otra para bovinos (UCB).

Bases experimentales para la adaptación del sistema. Para adaptar el sistema de UC a nuestras condiciones se desarrolló un grupo de trabajo y análisis de la literatura, con el objetivo de determinar: a) Las características del forraje estandar en las condiciones tropicales, b) las correlaciones entre los consumos de ovinos con vacas lecheras y bovinos jóvenes en crecimiento, c) los efectos sustitutivos del concentrado sobre el consumo de los forrajes y d) la CI de las vacas lecheras y bovinos en crecimiento.

a) *Determinación del forraje estandar.* Se seleccionaron entre las pruebas de digestibilidad realizadas con carneros en los experimentos de evaluación de forrajes (García-Trujillo, 1983) todos los tratamientos que tenían más del 58% de digestibilidad de la materia orgánica (DMO), eliminando los datos de los carneros que pesaban menos de 36 kg. En esta selección se eliminaron los datos del king grass por sus bajos consumos, a pesar de tener una alta DMO. De esta forma se seleccionaron

cincuenta resultados para calcular el CMS, la DMO y la composición química del forraje estandard.

- b) *Correlaciones entre el consumo de ovinos y bovinos.* Para calcular la correlación entre el consumo de carneros machos y vacas lecheras se tomaron trece tratamientos de cuatro experimentos de evaluación de forraje realizados por García-Trujillo y Cáceres (1984); mientras que para la correlación entre el consumo de carneros y bovinos en crecimiento se tomaron los resultados de ocho tratamientos de dos experimentos de evaluación de los forrajes de hierba likoni (*Panicum maximum*) y pangola (*Digitaria decumbens*) con añojos y carneros (Cáceres, O., inédito), donde se siguió la misma metodología experimental que para las pruebas de evaluación de forrajes con vacas y carneros (García-Trujillo y Cáceres, 1984).

Estas ecuaciones de correlación sirvieron para determinar los consumos equivalentes del forraje estandard en vacas y bovinos jóvenes, utilizando los datos obtenidos con los carneros para convertir los UCC en UCB.

- c) *Efecto sustitutivo de los concentrados.* El efecto S de los concentrados, se determinó mediante el análisis de los resultados de un grupo de experimentos realizados con vacas lecheras consumiendo pastos, forrajes o ensilajes tropicales, donde además se suplementó con diferentes niveles de concentrado (Combella, 1977; Martínez, 1978; García, 1980; Calzadilla, 1981; Geerken, C., inédito; Esperance, 1982). A estos experimentos se les calculó el efecto S y el VCF, los que se sometieron a un análisis de regresión lineal.
- d) *Cálculo de la capacidad de ingestión.* Para el cálculo de la CI de las vacas lecheras se analizaron treinta y tres tratamientos de diez experimentos con vacas lecheras, conducidos por Combella (1977); Vargas (1977); García (1980); Calzadilla (1981); Ruíz, Cairo, Martínez y Herrera (1981); Esperance (1982); García-Trujillo y Cáceres

(1984) y Geerken, C. (inédito), a los cuales se les calculó la CI, despejando esta en la fórmula 5. Además, se determinó el VCF o VCR de cada tratamiento según la metodología descrita anteriormente, pero empleando los valores de consumo del forraje estandar y S obtenidos en este trabajo. La variación de los datos utilizados fue: peso vivo de 350 a 570 kg, producción de leche al 4% de grasa de 3,4 a 18,4 kg y CMS de 6 a 19,5 kg. Los animales eran Holstein o con un alto mestizaje de esta raza.

En los bovinos en crecimiento la CI se calculó a partir de treinta y cuatro tratamientos obtenidos en animales machos y hembras de esta categoría bajo condiciones de producción e investigación (tabla 1), empleando el mismo sistema que en vacas lecheras, pero en el cálculo del VCR se utilizaron los valores de S obtenidos con dichas vacas. Los bovinos en desarrollo eran de raza Hoistein o con un alto grado de mestizaje.

Se realizaron con esta raza análisis de regresión entre el peso vivo en bovinos en crecimiento o peso vivo y/o producción de leche en las vacas, con la CI y el CMS.

La precisión de las ecuaciones obtenidas para calcular el CMS directamente o a través de la CI se comprobó a través de un análisis de residuo (Draper y Smith, 1966) y las ecuaciones se compararon con las propuestas por Conrad (1971) para estimar el CMS en vacas lecheras, o con el sistema propuesto por el INRA francés (1980) para vacas lecheras y bovinos en crecimiento con este fin. En el caso de los bovinos en crecimiento se empleó el análisis de residuo para comparar el uso de los efectos S obtenidos por nosotros o los propuestos por Jarrige y col. (1980) para calcular el VCR.

Tabla 1. Consumo de bovinos en crecimiento.

Categoría	PV kg	Consumo de MS (kg)			CI (UCB)	Fuente y dietas
		Total	Concentrado	VCF o VCR (UCB)		
Toros	319	8,7	4,99	0,89	7,70	Anon (1983)
Novillos	299	8,1	4,65	0,89	7,20	Concentrado, miel y forraje
Toros	298	7,5	4,47	0,88	6,60	
Terneros	152	5,1	4,42	0,77	4,15	
Toros	416	6,37	0	1,41	8,98	García-Trujillo y col. (1980)
Toros	416	8,10	1,49	1,23	9,96	Ensilaje
Años	205	4,08	0	1,30	5,30	Cáceres (no publicado)
	220	5,53	0,87	1,19	6,58	Forraje
	211	4,72	0	1,15	5,42	
	220	5,54	0,86	1,08	5,98	
	219	4,98	0	1,11	5,52	
	218	5,50	0,86	1,05	5,77	
	218	4,72	0	1,16	5,47	
	201	4,93	0,87	1,08	5,32	
	214	4,59	0	1,19	5,46	
	202	4,62	0,87	1,10	5,08	
	216	3,60	0	1,53	5,50	
	204	3,95	0,87	1,32	5,21	
	215	3,90	0	1,41	5,49	
	204	3,56	0,86	1,24	4,41	

Continuación de la tabla 1

Categoría	PV kg	Consumo de MS (kg)			CI (UCB)	Fuente y dietas
		Total	Concentrado	VCF o VCR (UCB)		
Añojas	247	6,62	1,70	0,96	6,35	Rosete (no publicado) Heno
	233	6,71	1,90	0,96	6,44	
	229	6,65	2,05	0,95	6,31	
	230	6,99	2,37	0,95	6,64	
Machos en ceba	127	5,68	4,26	0,80	4,54	Emp. Genética "Los Naranjos (no publicado) Concentrado, miel y forraje
	171	6,36	4,26	0,84	5,34	
	214	7,55	4,75	0,86	6,49	
	257	8,18	4,65	0,89	7,28	
	300	8,88	4,65	0,92	8,16	
	343	9,20	4,27	0,95	8,74	
	386	9,89	4,27	0,97	9,59	
	429	10,59	4,27	0,98	10,03	
Novillos	358	6,87	0	1,09	7,48	García-Trujillo (no publicado) Forraje
	366	6,04	0	1,13	7,23	

RESULTADOS

- a) Forraje estandar. Las características del forraje estandar en nuestras condiciones se ofrecen en la tabla 2, donde se puede observar que el consumo es aproximadamente de 71 g de MS/kg $P^{0,75}$, realizado por carneros de la raza criolla con pesos promedios de 38,6 kg.

Tabla 2. Características del forraje estandar (n =50).

	Consumo carnero g MS/kg $P^{0,75}$	DMO %	PB %	FB %	Mcal/kg MS
\bar{x}	70,77	61,13	8,04	33,70	2,11
ES $\bar{x} \pm$	1,23	0,42	0,01	0,08	

- b) Correlaciones entre el consumo de ovinos y bovinos. Se obtuvieron dos ecuaciones de regresión lineal entre los CMS de los carneros y el de las vacas y los bovinos en crecimiento, con altos coeficientes de correlación (fig. 1).

Las ecuaciones obtenidas indican mayores niveles de consumo por unidad de peso metabólico en las vacas y los bovinos en crecimiento, que en los carneros.

Sustituyendo en ambas ecuaciones por el valor del consumo del forraje estandar concentrado para carneros (71 g de MS/kg $P^{0,75}$), se obtuvo que los valores correspondientes para vacas y bovinos en crecimiento fueron de 146 y 98 g MS/kg $P^{0,75}$ respectivamente.

- c) Efectos sustitutivos de los concentrados. Se encontró una alta y significativa ecuación de regresión lineal entre el VCF y el efecto sustitutivo de los concentrados (fig. 2), donde se puede observar que cuando el VCF alcanza un valor de 1,64 UCB el efecto S se convierte en negativo. Este efecto negativo significa que el animal aumenta el consumo del alimento base al suplementarse.

También se observa que el efecto S que se produce con el forraje estandar (VCF = 1 UC) es de 0,8 kg MS del forraje/kg MS del concentrado.

- d) Cálculo de la capacidad de ingestión. En las vacas lecheras, las ecuaciones lineales y simples fueron las que mayor coeficiente de determinación presentaron entre la CI o el CMS con la producción de leche y el peso vivo, obteniéndose la regresión más fuerte entre el PV y la CI (tabla 3). En los bovinos en crecimiento sólo se obtuvo una ecuación satisfactoria entre el PV y la CI, pues la regresión entre el PV y el CMS fue muy baja y no significativa.

En la figura 3 se muestra el análisis de residuo realizado a las principales ecuaciones obtenidas en este trabajo (ecuaciones 6 y 7, tabla 3) y a las propuestas por Conrad (1971) y el INRA (1980) para estimar el CMS en vacas lecheras consumiendo pastos o forrajes tropicales.

Como se puede observar en esta figura, la mejor predicción del CMS se logra con la ecuación 6, donde la CI se obtiene del PV y el CMS se calcula por la fórmula básica 4, lo que se refleja en una alta homogeneidad de la varianza y una baja desviación estandar residual (DER).

La ecuación 7 y la propuesta por el INRA (1980) para calcular la CI a partir de la PL muestran también una varianza homogénea pero presentan una alta DER. En la ecuación propuesta por los franceses, la agrupación de puntos sobre la línea de 0 diferencia indica que siempre se subestiman los CMS de nuestros alimentos por las vacas lecheras.

Con la ecuación de Conrad (1971) para predecir el CMS se obtuvo una varianza no homogénea, lo que indica una mala estimación del CMS en las condiciones analizadas, además de presentar una alta desviación estandar residual.

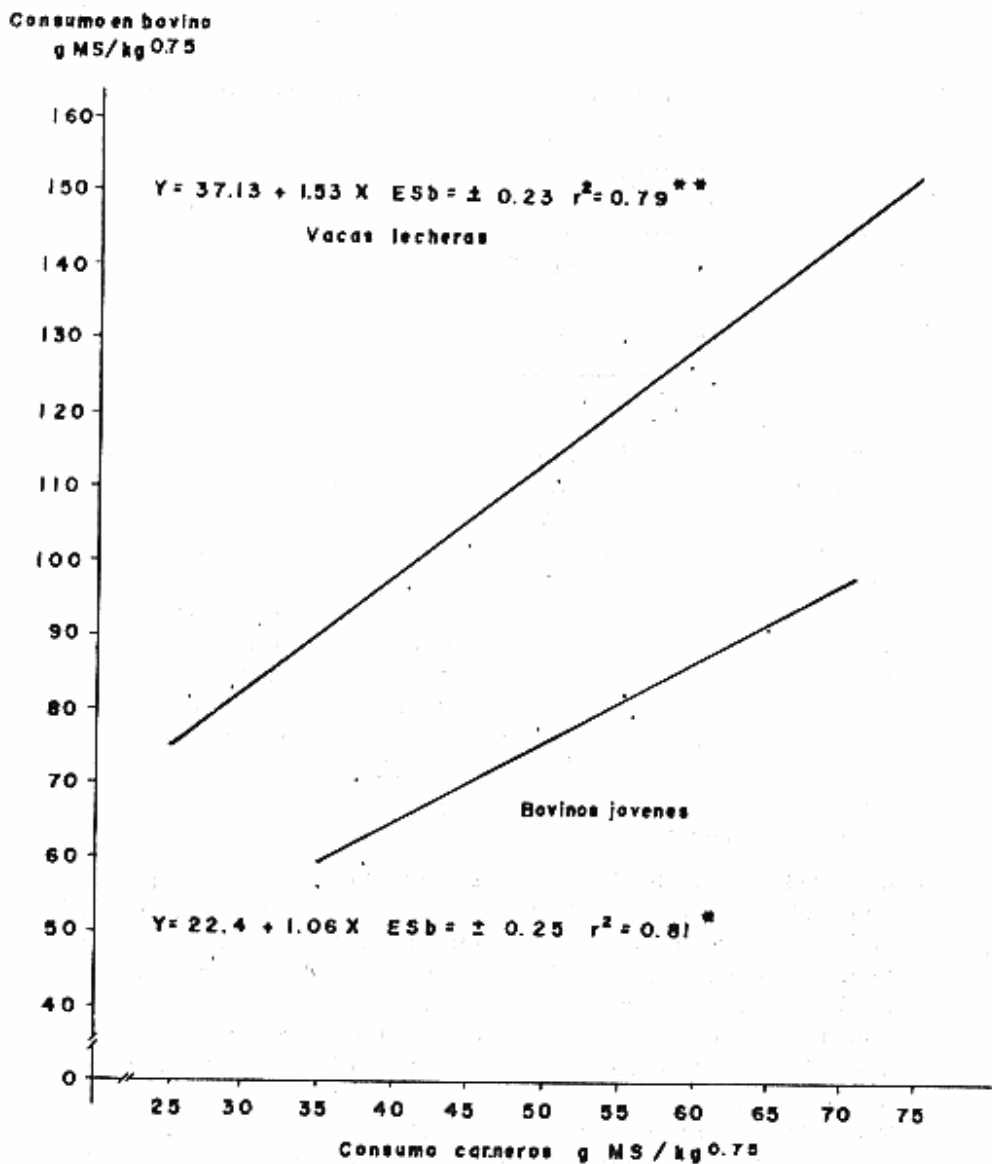


Fig. 1. Ecuaciones de regresión entre el consumo de carneros con vacas lecheras y bovinos en crecimiento.

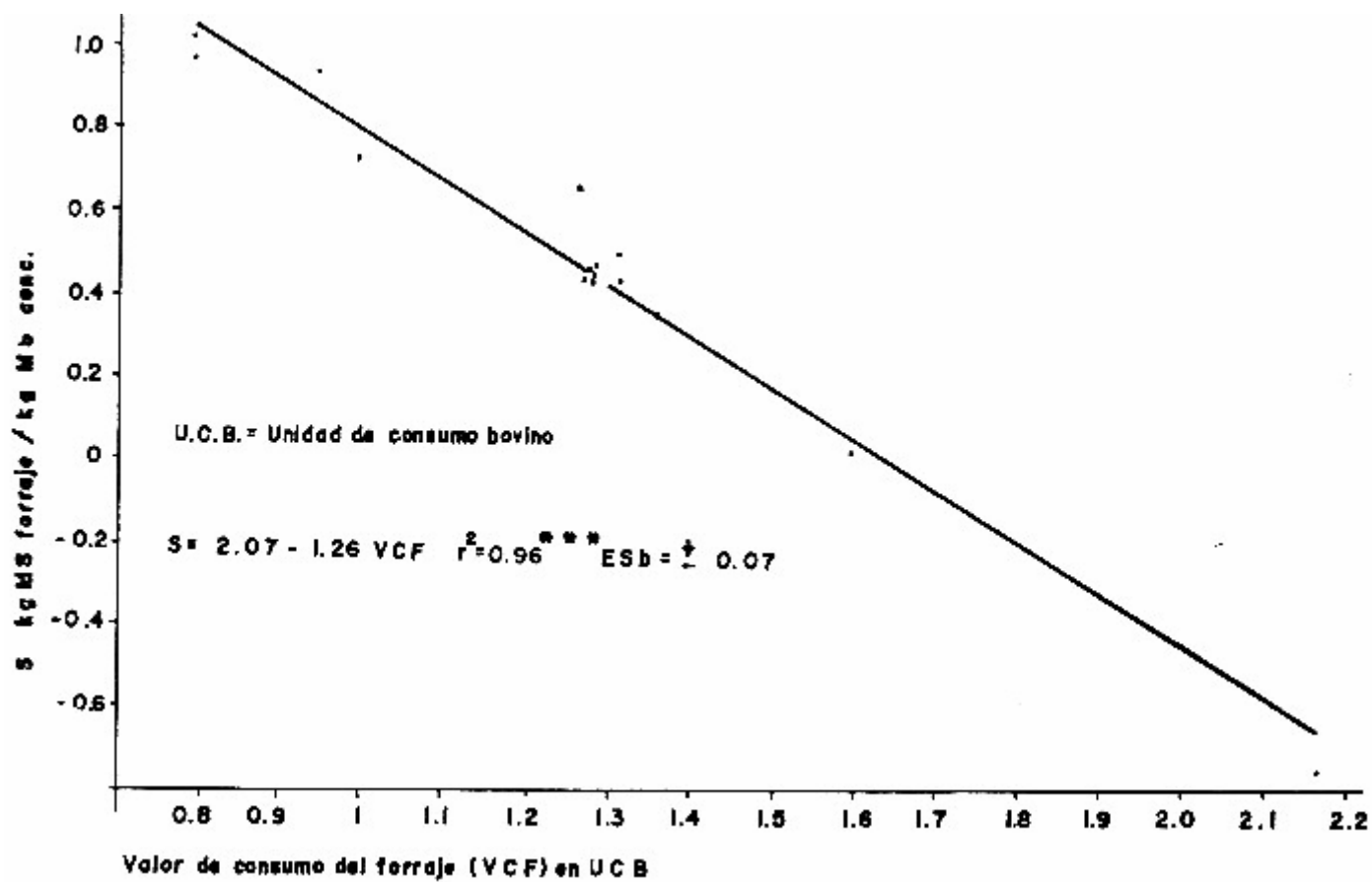


Fig. 2. Relación entre el VCF y el efecto sustitutivo del concentrado en vacas.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión para predecir el CMS y la CI en vacas lecheras y bovinos en crecimiento.

Tipo de animal	No. de la ecuación	Ecuaciones ¹	ES b ±	r ²	n
Vacas lecheras	6	CI = 2,91+ 0,0247 PV	0,0010	0,94***	33
	7	CI = 10,85+ 0,299 PL	0,053	0,50***	33
	8	CMB = 0,033 PV - 1,50	0,006	0,48***	33
	9	CMS = 7,21+ 0,59 PL	0,091	0,56***	33
Bovinos en crecimiento	10	CI = 1,69+ 0,0188 PV	0,0012	0,87***	34
	11	CMS = 3,82+ 0,010 PV	0,003	0,23	34

¹ La capacidad de ingestión (CI) se expresa en unidades de consumo para bovinos (UCB), el CMS en kg, el peso vivo (PV) en kg y la producción de leche (PL) en kg de leche al 4% de grasa

*** P<0,001

En el caso de los bovinos en crecimiento, en los que el análisis de residuo tuvo como objetivo verificar tanto el método para estimar la CI como los efectos sustitutivos para calcular el VCR, encontramos que el mejor sistema que estimó el CMS resultó aquel en que se determinó la CI por la fórmula 10 y se empleó el efecto sustitutivo encontrado en este trabajo con las vacas lecheras (fig. 4).

Cuando se emplearon los valores de CI propuestos por el INRA (1980) y los efectos S, o cuando se utilizó este para calcular el VCR y la CI obtenida por la fórmula 10, los análisis de residuo mostraron poca homogeneidad de la varianza con una alta DER.

e) Fórmulas básicas para el cálculo del VCF y VCC en nuestras condiciones. Según los resultados anteriores, las fórmulas básicas para el cálculo del VCF en el caso que se utilicen ovinos serán las siguientes:

$$VCF = \frac{71}{\text{Consumo de forraje} \times (\text{g MS/kg } P^{0.75})} \quad (12)$$

En este caso, el VCF se expresa en unidades de consumo ovino o carnero (UCC). Cuando la evaluación de los alimentos se ha realizado en vacas lecheras o bovinos en crecimiento, el valor de 71 se sustituye por 146 ó 98 respectivamente, y se expresa el resultado en unidades de consumo bovinos (UCB).

Si se desea obtener el VCF en UCB directamente a partir de datos de consumos obtenidos con carneros, se empleará la fórmula siguiente:

$$VCF = \frac{146}{(\text{Consumo carnero} \times 1,53) + 37,17} \quad (13)$$

donde el denominador corresponde a la ecuación que relaciona el consumo de los carneros con las vacas lecheras (fig. 1), expresando los valores de consumo en gramos de materia seca por kg de peso metabólico (g MS/kg $P^{0.75}$).

El VCC se determina por la fórmula siguiente:

$$VCC = (2,07 - 1,26 VCF) \times VCF \quad (14)$$

la cual se basa en la fórmula básica 2 donde se ha sustituido el efecto S por su función en nuestras condiciones, que se muestra en la figura 2.

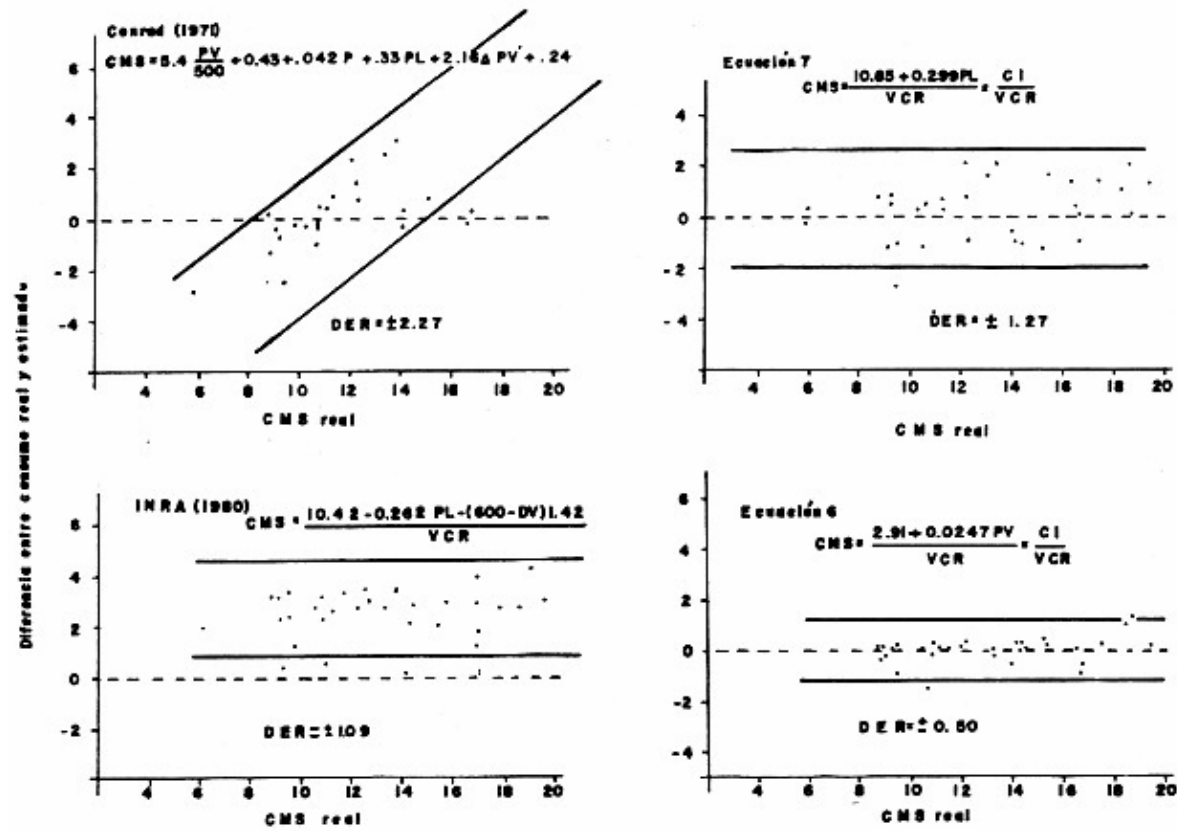


Fig. 3. Análisis de residuo de cuatro métodos para determinar el CMS en vacas lecheras.

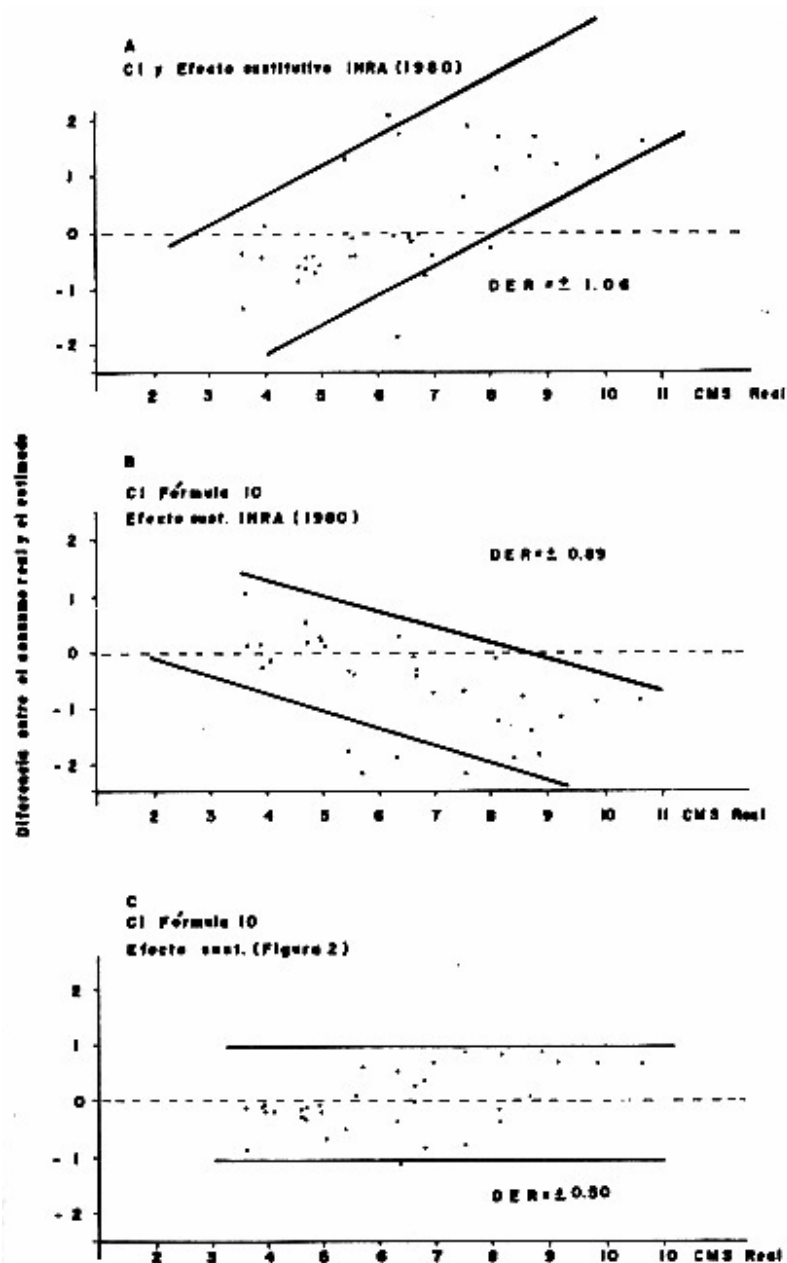


Fig. 4. Análisis del residuo de sistemas para estimar el CMS en bovinos en crecimiento.

DISCUSION

Nuestros parámetros básicos para el cálculo de los diferentes elementos del sistema de unidades de consumo, presentaron diferencias con los obtenidos por el grupo francés (Demarquilly y col., 1978; Jarrige y col., 1980).

Primeramente nuestro forraje estandar, que fue seleccionado bajo los mismos principios que el de los franceses, se consumió por los carneros en un 5,3% menos que el estandar francés (71 vs 75 g MS/kg $P^{0,75}$), mientras que las diferencias en composición química y DMO fueron aún mayores entre ambos patrones. En nuestro forraje estandar la PB y la DMO fueron menores en un 46,4 y 20,6% respectivamente, y la FB fue mayor que el estandar francés en un 25,8%. Estos resultados eran de esperar debido a las diferencias en el valor nutritivo entre las especies templadas y tropicales, señaladas por Minson y McLeod (1970).

Las ecuaciones que relacionan el consumo de bovinos jóvenes y carneros obtenidas por los franceses (Jarrige y col., 1980), son muy similares a la obtenida por nosotros, con resultados muy parecidos en el consumo realizado por los animales (98 vs 100 g MS/kg $P^{0,75}$); sin embargo, en el caso de vacas lecheras las ecuaciones difirieron, obteniéndose un consumo del forraje estandar superior (16,4%) en nuestras condiciones (146 vs 122 g MS/kg $P^{0,75}$). Esta diferencia se debe, principalmente, a que el coeficiente de regresión (b) de nuestra ecuación es aproximadamente mayor en un 40% que el obtenido por Jarrige y col. (1980).

La validez de que en nuestro caso las vacas consuman forraje patrón a razón de 146 g MS/kg $P^{0,75}$, se confirma con los resultados de Martínez (1978) y Calzadilla (1981) que obtuvieron consumos en pastos de buena calidad similares o superiores a los informados anteriormente, y en los análisis realizados a trece pruebas de consumo de vacas lecheras en pastos tropicales fertilizados e irrigados (Chongo, comunicación personal), las cuales

arrojaron un consumo promedio de 143 g MS/kg $P^{0.75}$, valor muy cercano al de nuestro forraje estandard.

El hecho de que los bovinos consuman los alimentos en una mayor proporción que los ovinos ha sido planteado con anterioridad en la literatura (Watson, Davidson, Kennedy, Robinson y Muir, 1948; Alexander, Hentges, Mc Call y Ash, 1962; Buchman y Hemken, 1964; Playne, 1978a) igualmente se señalan mayores consumos en vacas lecheras y en bovinos en crecimiento (Jarrige y col., 1980).

Las diferencias entre bovinos y ovinos no sólo están en relación con la actividad animal y la especie *per se*, pues se ha informado que los bovinos digieren más eficientemente los alimentos que los ovinos, cuando estos son de media y baja calidad. Se acentúa esa diferencia con la disminución de la calidad de la ración (Playne, 1978b), lo que seguramente influirá en las cantidades ingeridas por ambas especies. Las causas de estas diferencias son atribuidas a un mejor reciclaje de los nutrimentos en los bovinos, que a su vez les permite una mayor actividad de los microorganismos del rumen (Playne, 1978b).

No obstante, lo más contrastante de los resultados encontrados en este trabajo fue el mayor consumo del forraje estandard tropical realizado por las vacas lecheras, en comparación con el expresado por Jarrige y col. (1980) para las condiciones templadas y forraje de menor calidad. Ello hace pensar que el límite físico de ingestión impuesto por la capacidad del rumen al CMS no se llega a alcanzar cuando animales con una gran capacidad ruminal (como las vacas lecheras) consumen pastos templados.

La ecuación para determinar los efectos sustitutivos de los concentrados presentó un buen ajuste con el VCF, diferenciándose muy poco esta ecuación de la obtenida por los franceses (Jarrige y col., 1980), aunque esta última es cuadrática y presenta su valor máximo de sustitución (1 kg de forraje/1 kg de concentrado) cuando el VCF es igual a 1

(el forraje patrón). En nuestro caso, el forraje patrón presentó un efecto sustitutivo igual a 0,8. La característica de nuestra curva de presentar efectos sustitutivos negativos, es decir, incrementos del consumo del forraje con la suplementación, se debe a un bajo contenido de PB y calidad de los forrajes con un alto VCF.

Es muy interesante el hecho de que, aun cuando se estudiaron dietas desde baja hasta buena calidad en vacas lecheras, las cuales permitieron hasta 18 kg de leche/vaca/día, y en bovinos en crecimiento dietas que variaron entre 0-80% de concentrado, la CI tuviera un alto ajuste en sus ecuaciones de regresión con el PV; presentándose bajos coeficientes de regresión en las ecuaciones confeccionadas para predecir el CMS directamente, tanto a partir del peso vivo como de la producción de leche.

Estos resultados no concuerdan del todo con las ecuaciones obtenidas por Journet, Poutous y Calomiti (1965); Conrad (1971) y el MAFF (1975), donde el CMS se calcula directamente a partir de la producción de leche y el peso vivo, incluyéndose en el caso de Conrad (1971) otros elementos. Una de las posibles causas de no poder determinar directamente el CMS a partir de la producción de leche, el peso vivo o ambos en las condiciones estudiadas, puede estar relacionada con la alta variación en la calidad de nuestras dietas. Debido a ello es que se logra una mejor estimación del CMS a través de la CI y el VCF o VCR, lo que se comprueba a través de los análisis de residuo efectuados (fig. 3) donde se ha utilizado el sistema de Conrad (1971) como patrón de los sistemas antes señalados.

En el sistema francés (Jarrige y col., 1980) se calcula la CI a partir de la producción de leche con una fórmula muy similar a la obtenida por nosotros (ecuación 7, tabla 3); sin embargo, el análisis de residuo muestra que con esta fórmula se subestima el CMS en nuestras condiciones.

Los análisis de residuo efectuados confirman que es posible hacer buenas estimaciones del CMS a partir de la CI, determinados a su vez del peso vivo en vacas lecheras con producciones no mayores de 18 kg de leche y en bovinos en desarrollo; no obstante, algunos análisis realizados por nosotros con vacas altas productoras (García-Trujillo, 1983) muestran que la ecuación 7, que calcula la CI a partir de la producción de leche, puede obtener buenas estimaciones del CMS en rebaños, produciendo entre 20-30 kg de leche al 1% de grasa.

Es significativo como en los bovinos jóvenes se obtuvo la mejor predicción del CMS cuando se emplearon los efectos sustitutivos obtenidos en vacas lecheras en nuestras condiciones, en lugar de los obtenidos con animales similares en las condiciones de Francia, lo que indica que el efecto sustitutivo tiene más relación con el tipo de alimento base que se emplee que con la categoría animal; no obstante, nosotros usaremos de forma provisional estos resultados hasta que contemos con datos suficientes que nos permitan verificar aquellos que están extrapolados entre categorías.

Los resultados que se han expuesto en este trabajo permiten concluir que la introducción del sistema de unidades de consumo, que hemos adaptado a las condiciones tropicales, permitirá integrar a nuestros sistemas de racionamiento un método que posibilite estimar el CMS de nuestras dietas con un alto grado de precisión, por integrar los factores del animal, de los alimentos y sus interacciones, con lo que se corregirá una de las principales deficiencias que tiene el sistema de racionamiento del país.

SUMMARY

The adaptation of the system of intake unities (IU), proposed by INRA (1980) to tropical conditions is discussed in this paper. Throughout a standard forage, it is established the intake unity; the system is characterized by the fact that each voluminous aliment has an

intake value of forage (IVF) and each animal has an ingestion capacity (IC); besides that, the substitutive effects are taken into account. Dry matter intake (DMI) is obtained dividing (IC) between (IVF). It was obtained in tropical conditions that the standard forage is consumed at the rate of 71,98 and 146 g DM/kg $P^{0.75}$ per sheep, per growing cattle, and per dairy cows respectively; while the concentrates substitutive effects (S) expressed in kg DM forage/kg DM of concentrate is obtained by the following equation: $S = 2,07 - 1,26 \text{ IVF}$ ($r^2 = 0,96^{***}$). (IC) was estimated from dairy cows and young cattle live weight, where a high variance homogeneity was found on the residual analysis made to the (DMI) estimation with this system. It is concluded that the use of the IU system permits us to calculate the DM1 in tropical forages with a high accuracy level.

REFERENCIAS

- ALEXANDER, R.S.; HENTGES, J.F.; Mc CALL, J.T. & ASH, W.O. 1962. *J. Anim. Sci.* 21:373
- ARC 1965. The Nutriment requirement of farm livestock No. 2. Ruminants. Technical reviews and summaries ARC, London
- BUCHMAN, D.T. & HEMKEN, R.W. 1964. *J. Dairy Sci.* 47:861
- CALZADILLA, D. 1981. Uso del concentrado en vacas lecheras en pastoreo. Tesis C.Dr.C. ISCAH. Cuba
- COMBELLAS, J. 1977. Studies on the herbage intake and milk production of dairy cow. Thesis D.S. Grassland Research Institute. Hurley, England
- CONRAD, H.R. 1971. Feed Research Council Conference. Vol. 26. Pág. 18
- CHANDLER, P.T. & WALKER, H.W. 1972. *J. Dairy Sci.* 55:1741
- DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J.; SAUVANT, D. & DULPHY, J.P. 1978. In: Alimentation des ruminants. Ed. INRA Pub. Versailles
- DRAPER, M.R. & SMITH, H. 1966. Applied regression analysis. John Wiley. New York
- ESPERANCE, M. 1982. Estudios para mejorar la utilización del ensilaje en vacas lecheras. Tesis C.Dr.C. ISCAH. Cuba

- GARCIA-TRUJILLO, R. 1983. Estudios en la aplicación de sistemas expresión del valor nutritivo de los de forrajes en Cuba y método de racionamiento. Tesis C.Dr.C. ISCAH. Cuba
- GARCIA-TRUJILLO, R. & CACERES, O. 1984. **Pastos y Forrajes**. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 7:421
- GARCIA, R. 1980. Contribución al estudio de la suplementación de vacas en pastoreo. Tesis C.Dr.C. ISCAH. Cuba
- HYPPÖLÄ, K. & HASVNEN, O. 1970. **Acta Agralia Fennica**. 116:1
- INRA. 1980. Alimentación de rumiantes. Ediciones Mundi Press. Madrid
- JARRIGE, R.; BERANGER, C.; DEMARQUILLY, C.; DULPHY, J.P.; GEAY, Y.; HODEN, A.; MATTERRE, C.; NICOL, D.; PETIT, M. & ROBELIN, J. 1980. Le système des unités d'encombrement pour les bovins. Edit. INRA Pub. Versailles
- JOURNET, M.; POUTOUS, M. & CALOMITI, S. 1965. **Ann. Zootech.** 14:5
- MAAF. 1975. **Techn. Bull.** 33 HMSO, London
- MARTINEZ, O. 1978. Racionalización del uso del concentrado para vacas lecheras. Tesis C.Dr.C. ISCAH. Cuba
- Mc CULLOUGH, M. 1976. Alimentación práctica de la vaca lechera. 2da. Ed. Edit. AEDOS. Barcelona
- MINSON, D.J. & Mc LEOD, M.N. 1970. XI Int. Grassld. Congr. Surfise Paradise Aust. 719
- NRC. 1978. Nutrient requirements of domestic animals. No. 3. Nutrient requirement of dairy cattle. 5th Rev. Ed. Nat. Acad. Sci. Washington D.C.
- PLAYNE, M.J. 1978a. **Anim. Feed. Sci. Tech.** 3:41
- PLAYNE, M.J. 1978b. **Anim. Feed. Sci. Tech.** 3:51
- RUIZ, R.; CAIRO, J.; MARTINEZ, R.O. & HERRERA, R.S. 1981. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 15:129
- VARGAS, A. 1977. Optimizacie vyuzitia jadrovcho Krniva. V. dojníc na paseni. VSP Nitra
- WATSON, C.J.; DAVIDSON, W.M.; KENNEDY, J.W.; ROBINSON, CH. & MUIR, G.W. 1948. **Sci. Agric.** 28:357