

NOTA TÉCNICA: UN ÍNDICE DE CALIDAD PARA EL TRABAJO DE SELECCIÓN EN *Panicum maximum*

F. Blanco y Esperanza Seguí

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

Con el fin de obtener un índice relativo de la calidad del pasto que posibilitara discriminar el material en las fases iniciales del proceso de selección en *Panicum maximum*, se procedió a una amplia revisión de la literatura sobre el tema y a un reprocesamiento de datos de indicadores de la calidad correlacionados con el consumo. Se calcularon cocientes, productos y otras relaciones para estimar el valor del consumo, en una aproximación de tipo empírica. Se halló que el consumo (CMS) se relacionaba con el contenido de proteína (PB) y la digestibilidad (DMS) a través de la fórmula $CMS = \sqrt{PB \times DMS}$. Se calculó un Índice de la digestibilidad para la guinea, que permitiera sustituir los datos de DMS generalmente costosos, el índice hallado fue:

$$ID = (100 - \% FB) \times \% \text{ hojas}$$

y posteriormente se llegó a la fórmula definitiva de:

$$IC = \sqrt{\% PB \times (100 - \% FB) \times \frac{\% \text{ hojas}}{100}}$$

La fórmula ofrece valores que oscilan en el rango de los reales del consumo y en experimentos con determinadas características se corresponden con el consumo real y la producción animal. Se recomienda utilizarlo en las fases iniciales del programa de selección de la guinea y continuar estudios para definir su alcance y posibilidades.

Palabras claves: *índice de calidad, Panicum maximum*

In order to obtain a relative quality index of pasture that will facilitate to discriminate the material in the initial phases of the selection process in *Panicum maximum*, an extended review of the literature about the topic was carried on and a new processing of published data of the quality indicators relationated with intake. Quotients, products and other relations were calculated in order to estimate the value of intake in an approximation, of empiric type. It was found that the intake (DMI) was relationated with the content of protein (CP) and the digestibility (DMD) through of the equation $DMI = \sqrt{CP \times DMD}$. An index of the digestibility for guinea grass was calculated that permit to substitute the generally expensive data of the DMD. The index found was:

$$DI = (100 - \% FB) \times \% \text{ leafs and the definitive equation posteriorly: } QI = \sqrt{\% CP \times (100 - \% CF) \times \frac{\% \text{ leafs}}{100}}$$

The equation shows values that moves in the intervale of real values of intake and in experiments with determinated characteristics is corresponded with the real intake and animal production. The utilization of QI is recommended to the initial phases of the selection program of the guinea grass and .o continue studies for defining it's possibilities.

Additional index words: *Quality index, Panicum maximum*

La necesidad de un índice relativo del valor nutritivo que permita discriminar muchas muestras de pastos en función del trabajo de

selección, ha sido una: reiterada solicitud de los fitomejoradores encargados del programa de mejoramiento de la hierba guinea (*Panicum*

maximum Jacq.) en Cuba. Según Ulyatt (1973), la búsqueda de estos índices ha estado siempre presente en el quehacer científico de muchos investigadores. Hasta el presente se ha trabajado mucho mediante la determinación *in vivo* de la digestibilidad y el consumo (Cáceres, 1985), pero el sistema permite solo analizar un número reducido de plantas cada vez, por lo que no resulta práctico ni económico para las fases iniciales de selección. Los métodos *in vitro* también resultan relativamente costosos para los fines de este tipo de trabajo y han sido utilizados en investigaciones específicas, como en el caso de las realizadas por Herrera (1981).

Teniendo en cuenta que muchos indicadores conocidos se vinculan de una u otra manera con el valor nutritivo de los pastos, el presente trabajo se encaminó a buscar este índice a partir de dichos indicadores, coincidiendo con la sugerencia que en este sentido hizo Hutton (1971); por ello el objetivo fue la obtención de un índice relativo del valor nutritivo para la discriminación del material en las fases iniciales de selección en *Panicum maximum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La solución del problema planteado presentó tres fases, cuyos procedimientos se explican a continuación.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en otras ramas de la ciencia, se adoptó el criterio de aproximarse a la solución con el uso de formulas empíricas, técnica empleada también por algunos autores en el campo del estudio del valor nutritivo de los pastos (Garza *et al.*, citados por Gerardo y Thompson, 1984). Para lograr este objetivo se procesaron tablas de datos de indicadores de la calidad y se calcularon cocientes, productos y otras relaciones numéricas, de tal manera que fuera posible estimar el consumo a partir de aquellos. Los indicadores con que se

trabajó abarcaron los por cientos de proteína bruta (% PB), fibra (% FB) y hojas, así como la digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de la materia seca.

En tanto la fórmula inicial hallada involucraba la digestibilidad de la materia seca (DMS), que es un indicador costoso sobre todo si se quiere trabajar con muchas muestras, se procedió a buscar un indicador de la digestibilidad (ID) con procedimientos análogos al anterior, incluyendo el contenido de fibra y el por ciento de hojas como indicadores base.

Las fórmulas halladas para expresar el índice de calidad o consumo (IC) fueron probadas con datos de varios experimentos, cuyos materiales y métodos no se transcribieron, puesto que pueden ser consultados, en la mayoría de los casos, en trabajos previamente publicados, por lo que se señalan solo algunos aspectos fundamentales; en el experimento de Montgomery y col. (citados por Cáceres, 1984) se utilizaron 4 variedades de *Cynodon dactylon* sometidas a corte cada 28 días durante 5 meses en una época lluviosa y con aplicación de fertilización nitrogenada. En los datos originales el consumo estaba expresado en por ciento de peso vivo y fue multiplicado por 10 para llevarlo a g de MS/kg de PV.

La segunda fórmula hallada fue probada con los resultados de Lamela, Pereira y Silva (1984), quienes en un experimento de campo con réplicas evaluaron comparativamente el potencial de producción de leche de dos cultivares de *Cynodon dactylon* con uno de *Panicum maximum*; se presentaron los valores promedio por época del por ciento de PB, por ciento de FB y de hojas, así como el promedio de producción de leche en litros/vaca/día.

Para analizar los efectos de la época, el riego y la frecuencia de defoliación sobre los indicadores de la calidad y los índices hallados, se emplearon los datos de Blanco, F. (inédito), quien utilizó un área de guinea

común sin explotar durante más de 5 años; se empleó un experimento con fertilización en un diseño de parcelas divididas, donde las principales constituyeron los tratamientos de riego y seco y las subparcelas los de frecuencia de corte (4, 6 y 8 semanas).

En el estudio del comportamiento del índice de calidad en cultivares de *Panicum maximum*, se utilizaron resultados de Seguí, Machado y Blanco (1992), de donde se seleccionó un grupo representativo; los trabajos se realizaron sin riego ni fertilización y se ofrecieron los valores promedio de las épocas y el año.

En un principio se pensó desarrollar la fórmula para todos los pastos, pero los resultados se ajustaban más a la especie *Panicum maximum*, en particular el cálculo del índice de digestibilidad, cuyos valores se acercan más a los reales de la DMS. Teniendo en cuenta que el índice de calidad es conceptualmente un índice de consumo, en las tablas se muestra de dos formas: IC, como consumo en g de MS/kg de PV, e IC[☆] como consumo en kg de MS/animal/día, asumiendo

un animal con peso promedio de 450 kg. Al ser índices y no datos reales, se obvian las unidades en las tablas.

RESULTADOS

De las relaciones estudiadas, la que presentó mejores resultados fue la recogida en la fórmula; $CMS (E) = \sqrt{PB (\%) \times DMS (\%)}$

Donde:

CMS (E) = Consumo de la materia seca estimada, expresada como g de MS/kg PV

PB = Por ciento de proteína bruta

DMS = Digestibilidad de la materia seca en por ciento

Los valores obtenidos a través de ella oscilaban entre los reales del consumo, cuyos resultados más sobresalientes aparecen en la tabla 1. El cociente entre el consumo real y el estimado varió de 0,98 a 1,04; valores muy próximos a la unidad.

Tabla 1. Comparación de los valores y estimados de digestibilidad y consumo de 4 bermudas (a partir de datos de Montgomery y col.).

Cultivar	PB (%)	DMS (%)	CMS (real) (g/kg PV)	CMS (E)	CMS (E)/CMS (R)
B. Cruzada-1	16,7 ^a	56,1	31,3 ^a	30,6	0,98
B. Común	15,4 ^b	56,0	29,4 ^{ab}	29,4	1,00
B. Costa	15,4 ^b	55,4	28,0 ^b	29,2	1,04
B. Alicia	13,3 ^c	53,0	26,8 ^c	26,5	0,99
ES±	1,15 ^{**}	1,38	2,7 [*]	-	-

CMS (E) Consumo de MS estimado según $CMS (E) = \sqrt{PB \times DMS}$

a,b,c Medias con diferentes superíndices dentro de la misma columna difieren a P<0,05

* P<0,05 ** P<0,01

En este experimento la aplicación de la fórmula a los datos obtenidos para cada corte ofrecía resultados que se apartaban de los

valores reales del consumo, y se aproximaban en la medida que se promediaban los resultados de dichos cortes.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para el índice de digestibilidad (ID), calculado a partir de la fórmula:

$$ID = (100 - \%FB) \times \frac{\% \text{hojas}}{100}$$

Donde:

% FB = Por ciento de fibra bruta

(100 - % FB) = Por ciento de material no fibroso o digestible

$\frac{\% \text{hojas}}{100}$ = Contenido de hojas expresado como fracción de la unidad

Como se observa, los datos oscilaron en rangos lógicos y probables, de 51,5-62,2 en la época de lluvia y de 63,2-67,9 en la poca lluviosa. No obstante, el índice de digestibilidad se reduce considerablemente en los cultivares que florecen durante el período poco lluvioso.

De acuerdo con lo anterior, el índice de calidad para la guinea pudiera ser expresado de la siguiente manera:

$$IC = \sqrt{\%PB \times (100 - \%FB) \times \frac{\% \text{hojas}}{100}}$$

Tabla 2. Valores del índice de digestibilidad en cultivares de guineas forrajeras (según Seguí y col., en esta revista).

Cultivar	% hojas	% hojas/100	FB (%)	(100 - % FB)	ID
Período lluvioso					
K-130	92,8 ^a	0,928	33,0	67,0	62,2
T-92	87,4 ^{ab}	0,874	31,9	68,1	59,5
Gigante Azul	86,2 ^{ab}	0,862	32,2	67,8	58,4
G-89	78,2 ^{ab}	0,782	32,0	68,0	53,2
SN-19	77,1 ^{ab}	0,771	33,2	66,8	51,5
ES±	3,2 [*]	-	1,13	-	-
Período poco lluvioso					
K-130	95,3 ^a	0,953	32,3 ^{ab}	67,7	64,5
T-92	96,4 ^a	0,964	31,8 ^{ab}	68,2	65,7
Gigante azul	97,6 ^a	0,976	30,4 ^b	69,6	67,9
G-89	92,4 ^a	0,924	31,6 ^{ab}	68,4	63,2
SN-19	99,8 ^a	0,998	32,9 ^{ab}	67,2	67,0
ES±	2,83 [*]	-	0,52 ^{**}	-	-

a,b,c Medias con distintos superíndices difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

* P<0,05

** p<0,01

En la tabla 3 aparecen los resultados de la influencia de la época, el riego y la frecuencia de corte sobre la variación del índice de calidad calculado por la fórmula anterior. El aumento del intervalo de corte redujo los

valores del índice; este fue superior en el período poco lluvioso que en el lluvioso y resultó favorecido por la sequía al reducir la fibra y aumentar el porcentaje de hojas.

Tabla 3. Influencia de la época, el riego y la frecuencia de corte en la variación de los indicadores y el índice de calidad en *P. maximum* (Blanco, F., inédito).

Tratamientos	FB (%)		Hojas (%)		ID		PB (%)		IC	
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL
Con riego	32,3	29,7 ^b	84,9	89,0	57,5	62,5	9,1	13,1 ^b	22,9	28,6
Sin riego	32,8	27,2 ^a	85,7	95,6	57,6	69,5	9,4	15,2 ^a	23,3	32,5
ES±	0,64	0,27 ^{***}	1,9	2,8	-	-	0,08	0,07 ^{***}	-	-
4 semanas	30,9 ^b	27,1 ^b	90,2 ^a	98,4 ^a	62,3	71,4	11,1 ^a	16,5 ^a	26,3	34,4
6 semanas	32,3 ^{ab}	28,8 ^a	87,4 ^a	92,1 ^{ab}	59,2	65,5	9,6 ^b	14,4 ^b	23,8	30,7
8 semanas	34,6 ^a	29,5 ^a	78,2 ^b	80,2 ^b	51,1	60,9	7,1 ^c	11,5 ^c	19,0	26,5
ES±	0,97 ^{***}	1,15 ^{***}	3,41 ^{**}	2,51 ^{**}	-	-	0,14 ^{***}	0,11 ^{***}	-	-

a,b,c Medias con diferentes superíndices dentro de la misma columna difieren a P<0,05

** P<0,01

*** p<0,001

PLL Período lluvioso

PPLL Período poco lluvioso

La relación del índice de calidad con el potencial de producción de leche, expresado en litros/vaca/día, aparece en la tabla 4. Tanto en el período lluvioso como en el poco lluvioso, un aumento del Índice se correspondió con un incremento de la producción de leche. Como

puede observarse, cada componente del índice puede jugar un papel importante en el resultado final, y cada uno por separado no explica con suficiente claridad el valor de la producción láctea.

Tabla 4. Comparación de los valores del índice de calidad en relación con la producción de leche (a partir de datos de Lamela, Pereira y Silva, 1984).

Cultivar	% PB	% FB	% hojas	IC	IC [✱]	Producción de leche (Litro/vaca/día)
Período lluvioso						
Bermuda cruzada	12,1	31,9	56,9	21,6	9,7	9,3 ^b
Bermuda callie	13,8	31,2	50,2	21,8	9,8	9,9 ^a
Guinea SIH-127	13,1	30,1	65,4	24,5	11,0	10,1 ^a
ES±	•	•	•	-	-	0,16 ^{**}
Período poco lluvioso						
Bermuda cruzada	14,3	28,9	48,3	22,1	9,9	8,3 ^b
Bermuda callie	15,4	27,8	41,4	21,4	9,6	8,3 ^b
Guinea SIH-127	14,3	29,9	68,3	26,2	11,8	9,5 ^a
ES±	•	•	•	-	-	0,20 ^{**}

a,b Medias con diferentes superíndices difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

** P<0,01

* Datos de FB, PB y hojas aparecen sin análisis estadístico en trabajo referido

La tabla 5 muestra la variación del índice de calidad en un grupo de híbridos de panicum comparados con la variedad comercial likoni. Se observó una importante variación del índice desde 18,0 hasta 20,9, con diferencias significativas; los datos están expresados en otras cifras equivalentes al consumo en kg de MS/animal/día, con el fin de acercarlos a una

expresión pecuaria más usual. En el híbrido CIH-36 se observó que una fuerte disminución en el porcentaje de hojas fue la causa principal de la reducción del valor del índice; por otra parte, una combinación del aumento del contenido de hojas, el material no fibroso y la proteína determinó que el CIH-37 alcanzara el máximo valor absoluto del mismo.

Tabla 5. Valores anuales de indicadores e índices de calidad en híbridos de *Panicum maximum* (a partir de datos de Seguí, 1992).

Tratamientos	FB %	(100 - % FB)	% Hojas		PB %	IC	IC [☆]
			100	ID			
CIH-28	34,8 ^a	65,2	0,913	59,5	6,01	18,9 ^c	8,5
Likoni	36,5 ^{ab}	65,5	0,905	59,3	6,18	19,0 ^c	8,5
CIH-32	34,1 ^{abc}	65,9	0,956	66,8	6,11	19,7 ^b	8,9
SIH-421	33,9 ^{abc}	66,1	0,944	62,4	6,74	20,4 ^a	9,2
CIH-26	33,7 ^{abc}	66,3	0,952	63,1	6,82	20,7 ^a	9,3
CIH-29	33,6 ^{abc}	66,4	0,953	63,2	6,19	19,8 ^b	8,9
CIH-37	32,6 ^{bc}	67,4	0,951	64,1	6,79	20,9 ^a	9,4
CIH-36	32,2 ^c	68,7	0,696	47,8	6,93	18,0 ^d	8,1
ES±	1,23*	-	-	-	0,48	0,88*	-

a,b Medias con distintos superíndices difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

* P<0,05

DISCUSIÓN

Puede afirmarse que hoy en día constituye una verdad aceptada de manera general que el contenido de proteína y la digestibilidad de un pasto están vinculados con su consumo por el animal (Minson, 1971; Ulyatt, 1973; Barnes, 1973; Hutton y Minson, 1974; Cáceres, 1985; Demarquilly, 1989; Ruíz y Menchaca, 1990). Estos antecedentes permiten asumir que la relación encontrada, expresada en el modelo: $CMS = \sqrt{PB \times DMS}$ pudiera constituir una relación real entre esas variables. Los resultados sugieren que para que la fórmula sea válida debe trabajarse con promedios por época. Cuando se comparaban los consumos reales y estimados utilizando los datos de cada corte, se presentaba una importante variación entre los datos reales y estimados; dicha tendencia desapareció al trabajar con los promedios de todos los cortes dentro de la época y se ha manifestado entre otras variables para la misma especie, como es el caso de la relación altura-rendimiento (Seguí,

1987) y el contenido de Na-rendimiento (Blanco y Seguí, 1992).

La posibilidad de asumir el cálculo de un índice de digestibilidad para *Panicum maximum* a partir del contenido de fibra y el por ciento de hojas partió de tres elementos básicos: la idea de Regal (1960) de que la digestibilidad podía ser estimada a partir de la cantidad de material no digestible, que él determinaba por métodos ópticos; los resultados de Deinum y Dirven (1973) y Herrera (1981), quienes han informado sobre las diferencias en la digestibilidad entre hojas y tallos, a favor de las primeras; y los resultados de Seguí, Esperanza (inédito), quien ha encontrado una correlación alta y positiva entre el por ciento de tallos y el contenido de fibra en variedades y biotipos de guinea, lo que implica que con el incremento del porcentaje de hojas se reduce la fibra y aumenta el por ciento de material no fibroso.

La nueva fórmula o modelo, obtenida al sustituir la digestibilidad de la materia seca por el índice, involucra dos viejos indicadores del método de Weende (PB y FB) y el por ciento

de hojas, que ha resultado un práctico y efectivo indicador estructural en muchos trabajos de selección y manejo por su relación con el consumo, según sugieren los resultados de Minson (1971; 1977).

Al analizar el comportamiento del índice de calidad se observó que bajo los tratamientos de época, riego y frecuencia de corte impuestos, las tendencias fueron similares a los valores reales del consumo en los pastos tropicales, al compararlos con los resultados de Cáceres (1984; 1985), lo que es una expresión del vínculo de estos factores con el consumo real.

En relación de este indicador con la producción animal en algunos experimentos analizados, habla a favor de las posibilidades del índice; el experimento que se muestra en la tabla 4, analiza los datos promedios de las épocas y de más de un año de duración, de manera que se evita en cierta medida la variabilidad debida al clima para los períodos cortos o la que introduce la individualidad de cada animal utilizado. Los resultados de este trabajo se ajustan al criterio expresado por Ulyatt (1973) en el sentido de que si se logra apartar las variaciones introducidas por el clima y la particularidad fisiológica de los animales, el valor nutritivo queda determinado por la composición química y estructural de la hierba.

La aplicación del índice a varios experimentos con cultivares, somaclones e híbridos de *Panicum maximum* (Seguí, Machado y Blanco, 1992; Seguí, Prieto, Fernández y Martín, 1993) ha facilitado la selección del material con un criterio más integrado de calidad en las primeras fases de selección, a partir de indicadores que venían evaluándose de manera separada con las consiguientes dificultades, lo que constituye un elemento de gran interés práctico. Por otra parte, al estar en presencia de variables aleatorias, será necesario realizar estudios más detenidos para definir su alcance y posibilidades.

REFERENCIAS

- BARNES, R.F. 1973. Laboratory methods of evaluating feeding value of herbage. In: Chemistry and Biochemistry of herbage. (Eds. G.W. Butler and R.W. Barley). Academic Press. London and New York. Vol. 3, p. 179
- BLANCO, F. & SEGUÍ, ESPERANZA. 1992. Variación del contenido de Na en cultivares de *Panicum maximum* y su relación con el rendimiento. **Pastos y Forrajes**. 15:123
- CÁCERES, O. 1984. Factores que afectan el valor nutritivo de los pastos. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo)
- CÁCERES, O. 1985. Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de gramíneas forrajeras en Cuba. Tesis en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. Escuela Superior de Agricultura de Praga. 197 p.
- DEINUM, B. & DIRVEN, J.G.P. 1973. Preliminary investigations on the digestibility of some tropical grasses grown under different temperature regime. **Surinaamse Landbouw**. 21:121
- DEMARQUILLY, C. 1989. The feeding value of forages. Proc XVI Int. Grassl. Congr.. Nice. Vol. III. p 1817
- GERARDO, J. & THOMPSON, MARTA. 1984. Evaluación zonal de pastos tropicales bajo condiciones de pastoreo. Cienfuegos. **Pastos y Forrajes**. 7:319
- HERRERA, R.S. 1981. Influencia del fertilizante nitrogenado y la edad del rebrote en la calidad del pasto bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1). Tesis en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias Instituto de Ciencia Animal. La Habana. 145 p.
- HUTTON, E.M. 1971 Plant improvement for increased animal production. **J. Aust Inst. Agric. Sci.** 37:212
- HUTTON, E.M. & MINSON, D.J. 1974. Selecting and breeding tropical pasture plants for

- increased cattle production. Proc. XII Int. Grassl. Congr., Moscow. Vol. I, Part I, p. 210
- LAMELA, L.; PEREIRA, E. & SILVA, O. 1984. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. I. Bermuda cruzada-1, bermuda callie y guinea SIH-127. **Pastos y Forrajes**. 7:395
- MINSON, D.J. 1971. The digestibility and voluntary intake of six varieties of *Panicum*. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 11:18
- MINSON, D.J. 1977. Predicting forage intake by laboratory methods. Proc. XIII Int Grassl. Congr., Leipzig. Vol. I, p. 369
- REGAL, V. 1960. The evaluation of the quality of pasture grasses by the microscopic method. Proc. VIII Int. Grassl. Congr., Reading, Great Britain. p. 522
- RUIZ, R. & MENCHACA, M.A. 1990. Modelado matemático del consumo voluntario en rumiantes. 2. Principios y métodos para estimar el consumo potencial de MS de los pastos y forrajes tropicales. **Rev. cubana Cienc, agric.** 24:51
- SEGUÍ, ESPERANZA. 1987. Estudios genéticos para la selección de hierba de guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias Agrícolas. ISCAH. La Habana. 122 p
- SEGUÍ, ESPERANZA; MACHADO, HILDA & BLANCO, F. 1992. Selección de híbridos en *Panicum maximum* superiores en términos de MS y calidad a los progenitores. **Pastos y Forrajes**. 15:103
- SEGUÍ, ESPERANZA; PRIETO, MARLENIS; FERNANDEZ, E. & MARTÍN, G. 1993. Avances genéticos en *Panicum maximum* a través del cultivo *in vitro*. **Pastos y Forrajes**. 16:147
- ULYATT, M.J. 1973. The feeding value of herbage. In: Chemistry and Biochemistry of herbage. (Eds. G.W. Butler and R.W. Bailey) Academic Press. London and New York. p. 131

Recibido el 21 de marzo de 1994