

## ESTUDIO DE DIFERENTES VARIANTES DE MUESTREO EN LA DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE PASTO

**J. Martínez, Milagros Milera, I. Yepes e Isabel Jácome**

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

Se evaluaron diferentes variantes de muestreo para estimar la disponibilidad de pasto; estas fueron el método visual y el método del disco con y sin ajustar la ecuación de regresión y cuatro tamaños de superficie de disco (0,07; 0,25; 0,50 y 0,75 m<sup>2</sup>), los que fueron comparados con el método de corte en cuatro pastos: *Brachiaria purpurascens*, *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* y *Andropogon gayanus*. Se calculó la regresión en cada momento de muestreo y se agruparon los muestreos individuales en diferentes períodos (mes, época y año). El coeficiente de variación (CV) y la desviación estándar residual (DER) se tomaron como criterio de precisión. Se encontró que la variabilidad resultó proporcional al tamaño de los marcos y de los discos. En el método visual los valores del CV fueron superiores a los del disco. El coeficiente de regresión fue específico para el tamaño del disco. Se concluye que los discos de 0,07 y 0,25 m<sup>2</sup> deben ser empleados para estimar la disponibilidad en pastos rastreros y macollosos respectivamente y el método alternativo cuando la intensidad de muestreo sea grande.

**Palabras claves:** *Método de muestreo, tamaño de disco, Brachiaria, Cenchrus, Panicum y Andropogon*

The rising plate meter and visual assessment techniques were studied as sampling methods for estimating herbage availability with and without adjustment of the regression equation and four disc sizes (0,07; 0,25; 0,50 and 0,75 m<sup>2</sup>). Comparison was made with cutting method in four grasses: *Brachiaria purpurascens*, *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* and *Andropogon gayanus*. Regression was calculated during each sampling and individual samplings were grouped in different periods (month, season and year). Variation coefficient and residual standard deviation were taken as the criterion for precision. Variability resulted to be proportional to quadrat and disc sizes. Variation coefficient values were higher in the visual assessment and regression coefficient was specific for disc size. Discs of 0,07 and 0,25 m<sup>2</sup> are concluded to be used for estimating availability of creeping and bunch grasses respectively and the alternative to the traditional double sampling procedure is proposed for use in experiments where every plot needs to be sampled.

**Additional index words:** *Sampling method, disc size, Brachiaria, Cenchrus, Panicum and Andropogon*

La determinación del rendimiento de la materia verde del forraje cuando se estudia el efecto sobre su utilización y producción es un problema que debe enfrentarse, por tratarse de una población altamente variable en peso. Ello implica que el número de muestras a cortar sea generalmente grande, si se quiere tener un resultado confiable.

Es por eso que estimar la cantidad de biomasa presente en el pasto es el factor de mayor importancia entre los indicadores que se deben medir en el campo. Uno de los problemas afrontados ha sido no disponer de métodos que permitan hacer una estimación correcta de la misma (Martínez, Milera y Pereira, 1989).

El objetivo del trabajo fue probar diferentes variantes de muestreo para la estimación de la disponibilidad de pasto.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se evaluaron cuatro métodos de muestreo, estos fueron:

1. Método del disco (Castle, 1976)
2. Método visual (Haydock y Shaw, 1975)
3. Método alternativo (Stockdale, 1984)
4. Método tradicional (Hernández, 1977)

En el método del disco se emplearon cuatro superficies de disco (0,07; 0,25; 0,50 y 0,75 m<sup>2</sup> de área), las que ejercieron una presión constante sobre el pasto de 5,75 kg/m<sup>2</sup>.

Los métodos fueron aplicados sobre los siguientes pastos: *Brachiaria purpurascens*, *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* y *Andropogon gayanus*.

Las variantes se evaluaron en parcelas que tenían un área de 1 600 m<sup>2</sup> para cada pasto.

Para calcular la ecuación de regresión se tomaron varios tamaños de muestras; 120, 60, 30 y 15, correspondientes a los tamaños de disco utilizados respectivamente.

Se emplearon marcos de 0,25; 0,50 y 1,00 m de área en el método de corte, con un número de 120, 60 y 30 muestras respectivamente.

En todos los muestreos los rendimientos fueron calculados en base a la materia seca, la que se determinó poniendo las muestras individuales en estufa a 70°C durante 48 horas.

*Análisis estadístico.* En todas las variantes estudiadas que incluyeron el doble muestreo, se realizó la calibración de las regresiones lineales para cada ocasión, que posteriormente se agruparon abarcando diferentes períodos de tiempo (mes, época y año).

Los coeficientes de regresión (b) se compararon mediante la décima de comparación múltiple (Duncan, 1955).

Los cálculos de las ecuaciones lineales se efectuaron mediante el método de los mínimos cuadrados y los criterios de precisión seleccionados fueron la desviación estándar residual (DER) y los coeficientes de variación asociados a la regresión (CV).

La disponibilidad obtenida por las variantes de muestreo fue analizada estadísticamente en un modelo de clasificación simple.

### **RESULTADOS**

En la tabla 1 se expone la variabilidad encontrada en la estimación de la disponibilidad de materia seca según las variantes de muestreo empleadas.

Tabla 1. Coeficientes de variación obtenidos al estimar la disponibilidad de MS mediante técnicas de muestreo.

Pasto	Area del marco (m <sup>2</sup> )			Area del disco (m <sup>2</sup> )				Método visual
	0,25	0,50	1,00	0,07	0,25	0,50	0,75	
Likoni	37,4	27,1	25,0	33,4	20,5	17,3	21,1	39,3
Buffel	31,7	28,0	25,4	28,4	23,7	26,8	22,5	39,3
Andropogon	61,7	-	47,7	39,5	23,5	28,1	28,3	41,3
Brachiaria	28,9	20,1	19,6	21,2	19,9	21,5	20,5	24,0

Se encontró que la variabilidad fue proporcional al tamaño de los marcos en el método de corte. Similar comportamiento se observó en el método del disco, aunque sus valores fueron relativamente más bajos. Al realizar la estimación mediante evaluaciones visuales (método visual), la variabilidad aumentó en todos los pastos, excepto en el andropogon donde se obtuvo una reducción de un 20% con respecto al

marco de 0,25 m<sup>2</sup> y fue similar a la obtenida con el disco más pequeño.

En la tabla 2 se presentan los rendimientos estimados mediante las variantes utilizadas. No se encontró diferencias entre los métodos aplicados dentro de cada pasto, excepto en el andropogon, donde se observaron diferencias ( $P < 0,05$ ) entre el disco más pequeño (0,07 m<sup>2</sup>) y el método de corte.

Tabla 2. Disponibilidad de la MS (kg/ha) de cuatro gramíneas estimada por diferentes variantes de muestreo.

	Area del marco (m <sup>2</sup> )			Disco (0,07 m <sup>2</sup> )	Método alternativo	Método visual	ES ±
	0,25	0,50	1,00				
Likoni	2 351,9	2 279,6	2 297,9	2 177,4	2 305,4	2 240,5	166,6
Buffel	1 369,0	1 350,6	1 678,7	1 375,5	1 221,4	1 898,6	273,1
Andropogon	1 819,0 <sup>b</sup>	2 272,6 <sup>b</sup>	2 272,6 <sup>b</sup>	5 566,7 <sup>a</sup>	3 377,8 <sup>ab</sup>	3 750,1 <sup>ab</sup>	804,6*
Brachiaria	1 496,1	1 644,7	1 633,7	1 387,0	1 427,8	3 177,8	432,8

a,b Letras no comunes difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

\*  $P < 0,05$

Los rendimientos medios estimados por los diferentes tamaños de disco fueron comparados en cada especie de pasto (tabla 3). El disco pequeño (0,07) sobreestimó los rendimientos y no hubo diferencias significativas entre los tres discos mayores.

Como puede observarse (tabla 4), los valores alcanzados por ambas formas de

cálculo difirieron entre sí ( $P < 0,001$ ) y los mayores se expresaron al ser ajustada la ecuación en cada ocasión de muestreo, lo que representó un error promedio de un 18,9% entre ambas formas de predecir los rendimientos.

En la tabla 5 se exponen los parámetros de la regresión lineal del pasto y el tamaño de disco. La pendiente

fue diferente ( $P < 0,05$ ) entre los tamaños de disco, aunque en el buffel no hubo diferencias entre el menor (0,07) y el de 0,50 m<sup>2</sup> de área y en el andropogon entre el de 0,25 y el de 0,50 m<sup>2</sup>.

En sentido general, existió un comportamiento individual para cada especie. Los CV asociados a la regresión disminuyeron al aumentar la superficie del disco y los mayores se observaron en el andropogon y los más estables en la brachiaria. Los valores de la DER dismi-

nuyeron al aumentar el área del disco, excepto en el buffel que fue inverso y en la brachiaria el mayor valor correspondió al disco mayor (0,75 m).

En la tabla 6 no se observan diferencias significativas en la estimación de la disponibilidad entre las variantes ensayadas, aunque la predicción hecha por la calibración de la regresión al integrar los datos en una sola ecuación fue más baja.

Tabla 3. Predicción de los rendimientos medios obtenidos con diferentes tamaños de disco.

Tamaño del disco (m <sup>2</sup> )	Likoni	Buffel	Brachiaria	Andropogon
0,07	5 015,1 <sup>a</sup>	4 453,2 <sup>a</sup>	3 778,3 <sup>a</sup>	7 918,3 <sup>a</sup>
0,25	2 184,0 <sup>b</sup>	2 174,5 <sup>b</sup>	2 731,2 <sup>b</sup>	6 076,7 <sup>b</sup>
0,50	2 206,5 <sup>b</sup>	2 251,1 <sup>b</sup>	2 538,5 <sup>b</sup>	6 087,4 <sup>b</sup>
0,75	2 579,1 <sup>b</sup>	2 554,0 <sup>b</sup>	2 916,8 <sup>b</sup>	6 060,8 <sup>b</sup>
ES ±	161,2***	183,0***	126,2***	271,7***

a,b Letras no comunes difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

\*\*\*  $P < 0,001$

Tabla 4. Predicción de la disponibilidad media en dos formas de calibrar las regresiones.

Momento	Likoni	Buffel	Brachiaria	Andropogon
Cada ocasión	5 015,1 <sup>a</sup>	4 453,2 <sup>a</sup>	3 778,3 <sup>a</sup>	7 918,3 <sup>a</sup>
Agrupadas	4 168,3 <sup>b</sup>	3 582,4 <sup>b</sup>	2 810,9 <sup>b</sup>	6 858,1 <sup>b</sup>
ES ±	114,0***	183,4***	892,0***	192,1***

a,b Letras no comunes difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

\*\*\*  $P < 0,001$

Tabla 5. Parámetros de la regresión lineal para cada pasto y tamaño de los discos en condiciones de corte.

Parámetros	Likoni	Buffel	Brachiaria	Andropogon
Disco 0,07 m <sup>2</sup>				
No. ecuaciones	13	11	10	7
No. observaciones	500	395	320	65
b	197,93	170,47	118,66	168,45
ESb ±	6,08	2,22	3,22	13,24
a	-1 625,69	-172,70	-26,07	-2 331,98
r	0,865	0,968	0,900	0,848
DRS	861,4	178,4	352,8	2 381,1
CV (%)	40,33	11,27	21,46	56,73
Disco 0,25 m <sup>2</sup>				
No. ecuaciones	9	8	8	7
No. observaciones	110	105	80	50
b	93,65	139,36	158,26	123,75
ESb ±	1,83	3,75	3,26	4,42
a	-554,68	-622,22	-289,94	-879,59
r	0,980	0,965	0,984	0,971
DRS	146,0	224,7	135,3	715,4
CV (%)	14,36	27,27	12,76	21,96
Disco 0,50 m <sup>2</sup>				
No. ecuaciones	9	8	8	7
No. observaciones	110	105	80	65
b	100,84	170,18	161,05	123,97
ESb ±	1,57	6,12	8,91	4,45
a	-58,21	-518,04	-145,79	-851,57
r	0,987	0,939	0,898	0,962
DRS	120,4	315,4	242,2	695,4
CV (%)	7,69	23,87	18,08	26,25
Disco 0,75 m <sup>2</sup>				
No. ecuaciones	9	8	8	7
No. observaciones	110	105	35	65
b	120,30	179,65	199,76	135,10
ESb ±	1,12	5,19	24,77	4,62
a	-91,28	-23,66	-58,19	-554,95
r	0,995	0,960	0,815	0,965
DRS	72,8	921,1	407,4	475,1
CV (%)	4,65	19,61	25,61	25,28

Tabla 6. Disponibilidad estimada de MS (kg/ha) por las variantes empleadas en la brachiaria bajo pastoreo.

Métodos	Disponibilidad
Método alternativo	4 162,6
Método de corte	4 258,2
Ecuación agrupada	3 759,2
Ecuación ajustada en el momento del muestreo	4 263,3

## DISCUSIÓN

La variabilidad relativa (coeficiente de variación) en la estimación de la disponibilidad de pasto, independientemente del método de muestreo empleado, es un criterio de precisión que ha sido tomado por diferentes autores (Castle, 1976; Earle y McGowan, 1979; Stockdale, 1984; Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández, 1990).

La heterogeneidad de la población de pasto en una parcela es grande, debido a diferentes factores que influyen sobre ella, como por ejemplo la fertilización aplicada. Pero si el pasto está sometido al diente del animal el efecto es mayor, lo que puede impedir el uso del disco sin tener que ver con el método.

Como resultado del tamaño de la muestra, los valores del coeficiente de variación (CV) disminuyeron a medida que el área de la muestra fue mayor, incrementando con ello la precisión.

La precisión de los métodos varía según el pasto y el método de muestreo empleado. En este trabajo se encontró que el uso del disco fue más confiable que el visual en áreas forrajeras.

Aunque la estimación de la disponibilidad de MS no difirió entre las variantes de muestreo, se ha observado que los resultados no son iguales entre especies, debido a las características morfológicas de cada planta, la edad y la

fenología entre otras, lo que influye sobre la media del error estándar dentro de las especies.

Las ecuaciones de regresión pueden ser calculadas en cada ocasión de muestreo o agrupadas para periodos cortos de tiempo. Independientemente que se observaron diferencias entre las disponibilidades alcanzadas entre ambas formas de calcular la ecuación, los errores encontrados estuvieron por debajo del 20%, los que se pueden considerar aceptables debido a que los rendimientos predictivos por las ecuaciones agrupadas fueron más bajos. Estos estuvieron influenciados por las particularidades que se presentaron en los muestreos individuales, el período de crecimiento de la planta y el comportamiento medio de los resultados obtenidos en un período de tiempo en que están resumidos diferentes factores que afectan la disponibilidad del pasto, desde las condiciones climáticas hasta el manejo.

Vartha y Matches (1977) plantearon que la estación del año afectó el comportamiento del disco; sin embargo, Santillan, Ocumpaugh y Mott (1979) encontraron que el período de crecimiento reproductivo ejercía mayores efectos.

El tamaño del área del disco influyó en la pendiente calculada en las regresiones ajustadas, por lo que el rendimiento estimado con el de menor área tendió a sobreestimar y difirió significativamente ( $P < 0,001$ ) de los mayores (0,25; 0,50 y 0,75 m<sup>2</sup>); estos resultados no se corresponden con lo informado por Santillan *et al.* (1979).

La unificación en una sola línea de regresión hizo más aceptable el empleo del disco, motivado por la disminución del número de muestras a cortar. Mientras mayor sea la cantidad de muestras para el ajuste de la ecuación, distribuidas en cierto período de tiempo,

mayor será la representatividad de la regresión, ya que en ella estarán recogidas las condiciones edafoclimáticas para dicho rango de tiempo escogido en la agrupación de las observaciones tomadas, las que pueden variar con el tiempo debido a las diferencias que existen de un año para otro.

Se observó que el valor de la intercepción fue mayor en las plantas macollosas y disminuyó con el tamaño del disco; al aumentar el área del disco las diferencias tendieron a reducirse. Sin embargo, los valores de *b* no siguieron una tendencia definida en algunos pastos, lo que pudo estar dado por la disponibilidad real presente en el momento de realizar el muestreo, resultados que difieren de cierto modo de los encontrados por Santillan *et al.* (1979).

En cierto sentido, los valores de CV y DER disminuyeron con el aumento del área del plato del disco, lo que definió la mayor precisión del aparato. Esta situación estuvo más acentuada en las plantas de porte macoloso; ello da la idea de que en las rastreras puede emplearse indistintamente cualquier disco, pero es preferible el más pequeño por ser el de más fácil manejo.

Para el caso de las macollosas, el disco de 0,75m<sup>2</sup> fue el más preciso, pero es muy incómodo su empleo y transportación a través de los potreros; por ello, es preferible emplear el de 0,25 m<sup>2</sup>, aunque debe tenerse más cuidado en la selección de las muestreas individuales y aumentar el número de observaciones adicionales.

El método alternativo, por su sencillez, permitió predecir la disponibilidad de pasto de igual forma que las variantes estudiadas en este trabajo y no se encontraron diferencias significativas entre ellas. El no tener que calcular la

regresión hace que esta variante pueda ser aceptada para ser aplicada cuando no es necesaria una rigurosa precisión en los resultados.

A medida que el período se hace mayor se subestima la disponibilidad con respecto a los valores obtenidos en la estimación en el momento de muestreo, lo que coincide con los resultados de Stockdale (1984) quien plantea que la agrupación de varios muestreos en una regresión no puede ser por períodos grandes de tiempo.

Es recomendable que cuando se agrupen las regresiones, estas sean verificadas cada cierto tiempo y para ello puede ser empleado el método alternativo (Stockdale, 1984).

De los resultados antes expuestos se concluye que el tamaño del disco no influyó en la precisión del ajuste de la regresión en plantas rastreras y sí para el caso de las de porte macoloso. Por lo tanto, se propone que sean empleados los discos de 0,07 y 0,25 m<sup>2</sup> para las rastreras y macollosas respectivamente y el método alternativo como una opción cuando la intensidad de muestreo sea grande.

## REFERENCIAS

- CASTLE, M.E. 1976. *J. Br. Grassld. Soc.* 1:37
- DUNCAN, D.B. 1955. *Biometrics*. 11:1
- EARLE, D.F. & McCOWAN, A.A. 1979. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 19:337
- HAYDOCK, K.P. & SHAWN, N.H. 1975. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 15:663
- HERNÁNDEZ, A. 1977. Métodos para la aplicación del balance alimentario. Conferencia. Primera Reunión de estudio de los directores de empresas pecuarias. La Habana. Tomo II. p. 1
- MARTÍNEZ, J.; MILERA, MILAGROS & PEREIRA, E. 1989. *Pastos y Forrajes*. 12:89
- MARTÍNEZ, J.; MILERA, MILAGROS; REMY, V.; YEPES, I. & HERNÁNDEZ, J. 1990.

Un método ágil para estimar la disponibilidad de pastos en una vaquería comercial. Resúmenes VI Reunión ACPA. Matanzas. P. 56  
SANTILLAN, R.A.;OCOUMPAUGH, W.L. & MOTT, G.O. 1979. ***Agron. J.*** 71:71

STOCKDALE, C.R. 1984 ***Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*** 24:305

VARTHA, E.W. & MATCHES, A.G. 1977. ***Agron. J.*** 69:888

Recibido el 26 de agosto de 1991