

## METODOS DE MUESTREO PARA ESTIMAR EL RENDIMIENTO EN BERMUDA CRUZADA-1

***J. Martínez, Verena Torres<sup>1</sup> y Milagros Milera***

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

**<sup>1</sup> Instituto de Ciencia Animal  
San José de las Lajas, La Habana**

En un área de bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* Pers. cv. Coastcross-1) de 1 660 m<sup>2</sup>, sometida a pastoreo, se estudiaron tres métodos de muestreo: A) método visual, B) disco simple y C) corte con marco de 0,25 m<sup>2</sup>, con el fin de estimar el rendimiento del pasto. En el método C se estudió la incidencia del número de marcos (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40) sobre la precisión de estimación. En el método A, donde se utilizaron siete observadores, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) a favor de las estimaciones realizadas por aquellos que poseían mayor experiencia. En el método B se halló una relación lineal entre la altura del disco y el rendimiento, con un 48 y un 44% de variación para la regresión de la MV y la MS respectivamente. En el método C se obtuvieron diferencias ( $P < 0,01$ ) para los menores números de marcos (5 y 10) con respecto a los restantes. Se recomienda la utilización del método A con observadores experimentados y el empleo del método B estandarizado, no así el del método C, debido a lo engorroso y agotador que resulta para la estimación del rendimiento.

**Palabras clave:** *Métodos de muestreo, rendimiento, bermuda cruzada-1*

El estudio de diferentes métodos de muestreo para estimar el rendimiento del pasto en condiciones de producción e investigación es de gran importancia, y el más extendido es el de cortar un número de muestras, lo que representa esfuerzos y gasto de recursos en la medida en que se quiera obtener mayor precisión.

Ya desde la década del 40 comenzaron a desarrollarse métodos subjetivos para resolver esta situación basados en el principio del doble muestreo (Wilin, Castillo y Klipple, 1944; Back, Alder y Gebbs, 1969; Castle, 1976 y Santillan citado por Carrion, 1980). Por otra parte, Campbell y Arnold (1973), Haydock y Shaw (1975) y Hernández (1977), utilizando este mismo criterio, introducen el uso de la clasificación visual para estimar el rendimiento del pasto con un mínimo de recursos y una precisión adecuada.

El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento de las estimaciones obtenidas por siete observadores siguiendo el método descrito por Haydock y Shaw (1975), así como determinar la variabilidad de este para diferentes tamaños de muestra, sin pretender realizar comparaciones entre métodos.

### **MATERIALES Y METODOS**

En una parcela de 1 660 m<sup>2</sup> de bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon*) con 5 años de establecida y sometida a pastoreo, se determinó la disponibilidad de MV mediante el método visual, el disco simple y el método de corte.

Se siguieron las instrucciones planteadas por Haydock y Shaw (1975), quienes utilizaron cinco marcos de 0,25 m<sup>2</sup>, enumerados del 1 al 5 y situados en un rango de disponibilidad de menor a mayor.

Los dos primeros marcos situados fueron el 1 y el 5, que representaron la disponibilidad más baja y la más alta respectivamente; después fue ubicado el marco 3, que representaba una disponibilidad media entre el marco 1 y el 5. A continuación se

situaron los marcos 2 y 4, entre 1 y 3 y 4 y 5 respectivamente. Posteriormente fueron cosechados para hallar el peso seco y obtener la posible relación lineal.

Con un sexto marco que se lanzó 40 veces al azar buscando la forma de abarcar la parcela completa, siete observadores ranquearon los lanzamientos de acuerdo con los marcos de referencia prefijados.

*Disco simple.* Este método se utilizó por ser una técnica novedosa de posible uso en nuestras condiciones. El aparato se construyó siguiendo las instrucciones planteadas por Castle (1976). Consta de dos discos de aluminio, cuyo peso es de 200 g, unidos por tres varillas del mismo material que se deslizan sobre una regla graduada en cm, que ayuda a mantener vertical el disco. Este se sitúa sobre el pasto hasta su total inmovilidad y se toma la altura con el segundo disco.

Para comprobar el disco y su posible relación lineal, se tomaron 40 puntos al azar en la parcela para medir la altura del pasto con el disco, y se cortó en cada lugar una muestra de 0,25 m<sup>2</sup> para hallar la MS.

Con los cuarenta pares de observaciones, se obtuvo una ecuación de regresión lineal para el peso verde y el peso seco mediante el método de los mínimos cuadrados, tomando la altura como variable explicativa y el rendimiento variable a explicar. Mediante un análisis de residuo se determinó si el ajuste era lineal.

*Método de corte.* Por ser este el método de mayor uso en nuestro país se incluyó en nuestro estudio. Con un marco de 0,25 m<sup>2</sup> se tomaron ocho tamaños de muestra (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40) para analizar el comportamiento de las desviaciones estandar cuando se usa un marco pequeño. Cada punto fue cosechado y se halló el peso verde y el peso seco.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los resultados de las ecuaciones lineales ajustadas entre el rendimiento de MV y MS y las clasificaciones de los marcos de referencia.

Los rendimientos de MV y MS determinados por cada observador según el método visual, se muestran en la tabla 2, así como la estimación correspondiente a las cuarenta muestras cortadas. La comparación mostró diferencias significativas entre observadores ( $P < 0,05$ ).

Tabla 1. Ecuaciones de regresión lineal entre el rendimiento de MV y MS ( $\text{kg/m}^2$ ) y los marcos de referencia.

y	a	b	ES(b)	$r^2$
MV	0,16	0,33	$\pm 0,04$	0,95
MS	0,06	0,12	$\pm 0,02$	0,89

Tabla 2. Rendimientos de MV y MS estimados según muestreo utilizado.

Observadores	Rendimiento ( $\text{kg/m}^2$ )			
	MV	ES $\bar{x} \pm$	MS	ES $\bar{x} \pm$
1	1,27 <sup>bc</sup>	0,04	0,46 <sup>bc</sup>	0,02
2	1,05 <sup>a</sup>	0,06	0,38 <sup>ab</sup>	0,03
3	1,12 <sup>ab</sup>	0,06	0,41 <sup>ab</sup>	0,02
4	1,23 <sup>ab</sup>	0,05	0,44 <sup>ab</sup>	0,02
5	1,20 <sup>ab</sup>	0,04	0,43 <sup>ab</sup>	0,01
6	1,05 <sup>a</sup>	0,05	0,38 <sup>ab</sup>	0,02
7	1,44 <sup>c</sup>	0,05	0,52 <sup>c</sup>	0,02
Muestras cortadas	1,09 <sup>ab</sup>	0,05	0,37 <sup>a</sup>	0,01

a, b, c Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

La simulación efectuada con los rendimientos de MV y MS para tamaños de muestras que variaron de 5 a 40 (tabla 3) indicó que no hubo diferencias significativas entre las medias a partir del tamaño de muestra 15, para la producción de MV y MS.

Tabla 3. Medias y desviaciones estandar de muestras de diferentes tamaños en la producción de MV y MS (kg/m<sup>2</sup>).

Tamaño de muestra	MV		MS	
	$\bar{x}$	DS	$\bar{x}$	DS
5	0,77*	0,18	0,26*	0,08
10	0,85*	0,21	0,28*	0,08
15	0,93	0,30	0,31	0,11
20	1,01	0,34	0,34	0,12
25	1,03	0,33	0,35	0,12
30	1,07	0,33	0,37	0,13
35	1,07	0,32	0,37	0,13
40	1,09	0,31	0,37	0,12

\* P<0,05

En las figuras 1 y 2 se presentan análisis de residuo ( $Y_1 - \hat{Y}_1$ ), dado por la diferencia entre el valor real del rendimiento y los errores de estimación variaron de  $\pm 150$  g/0,25 m<sup>2</sup>.

### DISCUSION

Los métodos de carácter subjetivo tienen a su favor que no le ocasionan daños físicos al pastizal y permiten la obtención de un mayor número de muestras sin invertir muchos recursos, posibilitando muestrear grandes extensiones de tierra. Estos métodos consideran la variabilidad de la población, lo que constituye el problema fundamental del muestreo en pastizales.

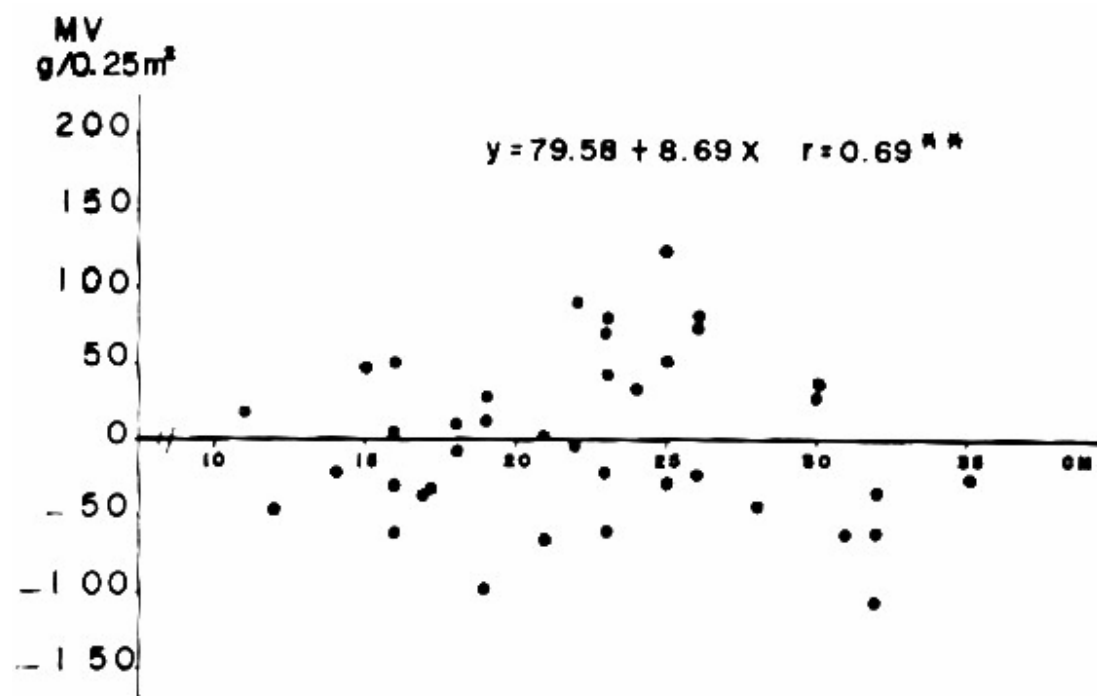


Fig. 1. Errores de estimación de MV en el ajuste de una ecuación lineal.

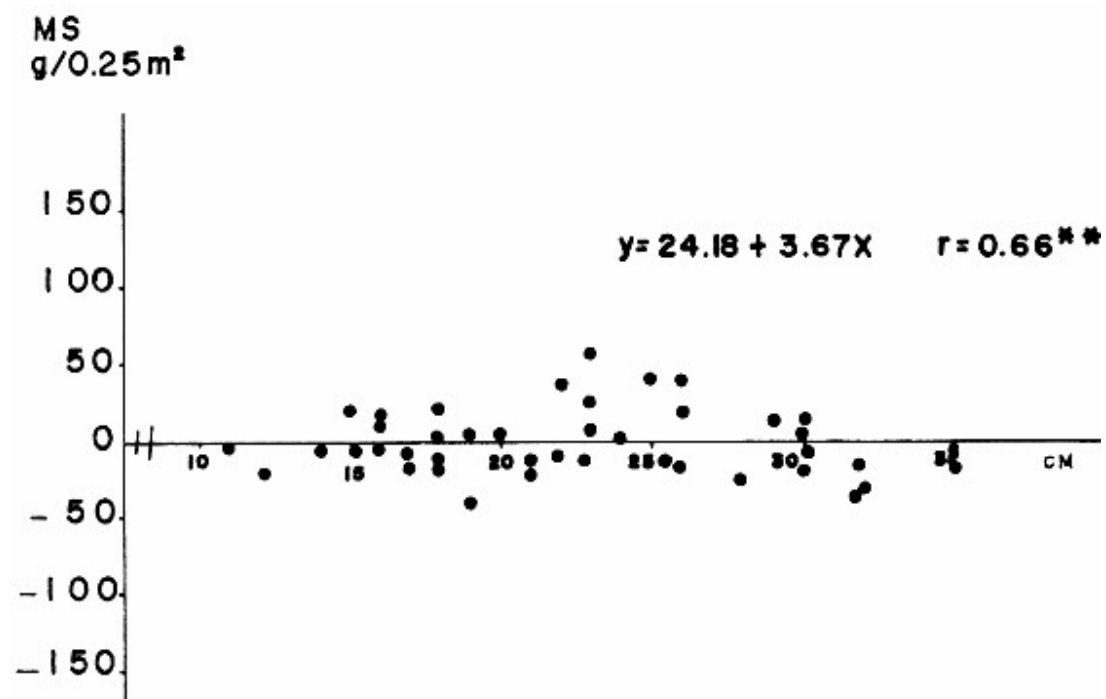


Fig. 2. Errores de estimación de MS en el ajuste de una ecuación lineal.

El método visual utilizado por Haydock y Shaw (1975) consiste en la aplicación del doble muestreo propuesto por Wilin *et al.* (1944), que se basa en la obtención de una ecuación de regresión lineal que relaciona la estimación visual de la disponibilidad real con la de un pequeño número de muestras de referencia cortadas y pesadas. El método es similar al planteado por Morley, Bennett y Clark (1964) trabajado posteriormente por Campbell y Arnold (1973). La diferencia esencial radica, en que en lugar de estimar el rendimiento sobre la base del peso, este se relaciona con los marcos de referencia.

En el método visual (tabla 2), cuando se relacionó la estimación realizada por cada observador con el corte (cuarenta muestras de 0,25 m<sup>2</sup>), se encontró diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) del observador siete y el uno con respecto a los demás, lo que nos confirma que con técnicos que tengan experiencia de muestreo y estén entrenados el método visual permite obtener estimaciones de rendimiento confiables, sin destruir el pasto, corroborando lo planteado por Senra y Venereo (1979) y Matheu (1981).

Wilin *et al.* (1944) indicaron la importancia de estimar la proporción de muestras cortadas que pueden brindar el máximo de precisión con el mínimo de trabajo. Un instrumento idóneo para este propósito es el disco simple (Castle, 1976).

La distribución de los errores de estimación muestra que el ajuste fue lineal (figs. 1 y 2) y que existió una relación significativa ( $P < 0,01$ ) entre el rendimiento de MS y MV y la altura del pasto. El valor de  $r^2$  sólo explica el 48 y 44% de variación obtenida para la regresión, y el ES de lo estimado fue 1,47 kg/0,25 m<sup>2</sup> y 0,57 kg/0,25 m<sup>2</sup>. De forma similar, Castle (1976) obtuvo valores de  $r^2$  entre 61,5 y 38,7% y planteó que la variabilidad estuvo dada por la desigualdad del pasto cuando fue sometido a pastoreo y que existía mayor precisión para experimentos de corte.

Los resultados obtenidos cuando se empleó el sistema de corte, muestran que a medida que se aumentó el número de muestras (tabla 3) la diferencia entre sus medias



disminuyó. De igual forma, Panse y Sukhatme (1954) plantearon que la amplitud de las medias decrece cuando se aumenta el tamaño de la muestra y que las medias de las muestras del mismo tamaño se acercan más y más a la media de la población a medida que el tamaño de la muestra crece. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para los tamaños de muestra 5 y 10, a partir del 30 tendió a disminuir la amplitud entre las medias, lo que indica que cuando se aumenta el número de observaciones existe mayor precisión. Iguales resultados obtuvieron Peláez (1962) y Dixon y Massey (1965), y coinciden con ellos Serrano, Martínez y Pereira (1981), quienes plantearon que el número de muestras por cuartón debe ser mayor de 30.

El ES considerado para cada tamaño de muestra, contradice lo obtenido por Panse y Sukhatme (1954), quienes plantearon que a mayor tamaño de la muestra el error disminuye. En nuestro trabajo esto pudo estar dado porque la variabilidad entre las medias de muestras aleatorias de un tamaño determinado está relacionada con la variabilidad de la población original, la que está influenciada por diferentes factores como la humedad, la fertilización no homogénea, etc., que actúan sobre la heterogeneidad del pasto. También el tamaño del marco utilizado ( $0,25 \text{ m}^2$ ) pudo influir en la variabilidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que el método visual debe ser usado, en las condiciones planteadas, por un observador experimentado. Cuando se emplee el disco simple en condiciones de pastoreo debe realizarse su estandarización y efectuar un gran número de lecturas adicionales. En cuanto al corte con marco de  $0,25 \text{ m}^2$ , no se recomienda para realizar estimaciones, pues para obtener buena predicción deben tomarse más de treinta marcos, por lo que su empleo es engorroso y agotador.

### **SUMMARY**

In order to estimate grass yield, three sampling methods were studied: A) visual method, B) simple disc and C) cut with square of 0,25 m<sup>2</sup> in a small plot of *Cynodon dactylon* Pers. cv. Coastcross-1 with 1 660 m<sup>2</sup> under grazing. The incidence of square number over the estimation precision (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40) was studied in the third method. Seven observers were used in the first method where significative differences (P<0,05) were found in favor of the skillful observers estimations. Lineal relation was found in the second method between disc high and yield with 48 and 44% of variation for the regression of GM and DM respectively. Differences were found in the third method (P<0,001) for the least numbers of squares (5 and 10). It is recommended to use the first method with skillful observers only and to use the second method standardized, but it is not suggested to use the third method because it is very annoying and exhausted for yield estimation.

### **REFERENCIAS**

- BACK, H.L.; ALDER, F.E. & GEBBS, B.G. 1969. **J. Br. Grassld. Soc.** 24:172
- CAMPBELL, N.A. & ARNOLD, G.W. 1973. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 13:263
- CARRION, T.L. 1980. INIA. **Anales. Serie producción Vegetal.** No. 12. Pág. 53
- CASTLE, M.E. 1976. **J. Br. Grassld. Soc.** 31:40
- DIXON, W.J. & MASSEY, F.J. 1965. Introducción al análisis estadístico. Ed. Revolucionaria. Inst. Cubano del Libro. La Habana, Cuba
- DUNCAN, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. **Biometrics.** 11:1
- HERNANDEZ, A. 1977. I Reunión de estudios de los Directores de Empresas Pecuarias. Conferencia. 2:1
- HAYDOCK, H.P. & SHAW, N.H. 1975. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 15:663

MORLEY, F.H.W.; BENNETT, D. & CLARK, K.W. 1964. **CSIRO Field Station Record.**

3:43

MATHEU, G. 1981. Comparación de diferentes tipos de muestreo en condiciones de pastoreo. Trabajo de Diploma. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

PANSE, V.G. & SUKHATME, P.V. 1954. Métodos estadísticos para investigadores agrícolas. México

PELAEZ, J.F. 1962. Metodología estadística. Univ. de La Habana, Cuba

SENRA, A. & VENEREO, A. 1979. Los Pastos en Cuba. Tomo 1. Cap. XV. Pág. 449

SERRANO, I.; MARTINEZ, J. & PEREIRA, E. 1981. **Pastos y Forrajes.** Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 4:213

WILIN, H.G.; CASTILLO, D.F. & KLIPPLE, G.E. 1944. **J. Am. Soc. Agron.** 36:140