

NOTA TÉCNICA SOBRE LA SIMPLIFICACION DEL METODO DEL DISCO PARA ESTIMAR LA DISPONIBILIDAD DE PASTO

J. Martínez, Milagros Milera, V. Remy e I. Yepes

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

De manera muy sencilla se explica la forma de utilizar el disco con y sin ajustar la ecuación para determinar la disponibilidad de pasto. El objetivo del trabajo fue orientar el uso y la simplificación del método en su aplicación. Los resultados obtenidos fueron el producto de la información alcanzada durante varios años de trabajo en condiciones experimentales y en vaquerías comerciales, incluyendo las opiniones de diferentes especialistas.

Palabras claves: *Disponibilidad, método del disco*

A brief explanation of using the disk meter with and without equation adjustment for monitoring herbage-on-offer in grazing experiment is given. The purpose of the work was to present the description in the use and simplification of the method in its application. Results obtained represent the information consolidated after several years of work under experimental and commercial dairy farm conditions. Suggestions from different specialists are included.

Additional index words: *Availability, disk meter*

Conocer la disponibilidad de pasto es un factor muy importante a considerar en el manejo de los pastizales. La persistencia del mismo depende en parte de saber determinar el volumen de biomasa presente, por lo que uno de los problemas afrontados ha sido disponer de un método de medición capaz de hacer una estimación correcta de esta.

A través de los años se han creado varias técnicas con este fin, las que se basan desde una simple estimación visual (Haydock y Shaw, 1975) y mediciones de altura con el disco simple (Castle, 1976) hasta la utilización de instrumentos electrónicos (Neal y Neal, 1973).

Sin embargo, el conocimiento y la habilidad en el uso de las técnicas e instrumentos, son factores que afectan la veracidad de las estimaciones (Farías y Thomas, 1984; Martínez, Pereira, Milera y Torres, 1985).

Es por ello que el objetivo de este trabajo fue el de facilitar a los productores y especialistas un método sencillo y simplificado para emplear la técnica del disco en el muestreo de la estimación de la disponibilidad de pasto.

Descripción del disco

El disco estandarizado consiste en un plato de material duradero (aluminio, acrílico, etc.) con el fin de aumentar la

vida útil y disminuir el mantenimiento, así como un eje vertical graduado en centímetros (fig. 1). Lo más importante a

considerar, al ser construido, es el diámetro y el peso del plato, pues esto determina la calibración del equipo.

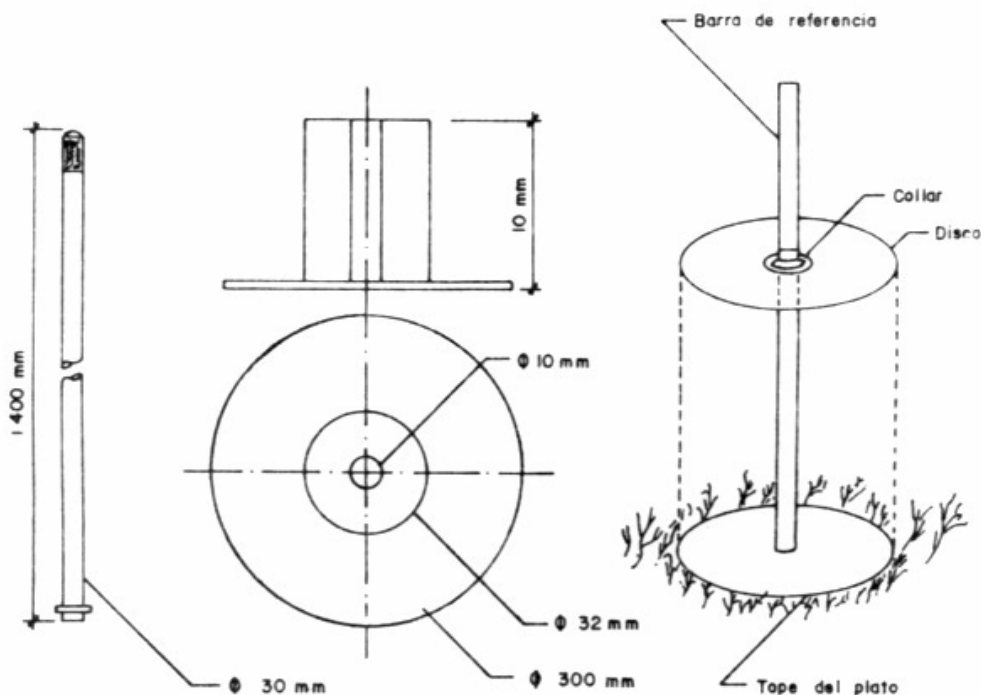


Fig. 1. Esquemas y dimensiones del disco.

Aplicación

El equipo puede ser utilizado en pastos rastreros y macollosos; el cálculo de la ecuación se realiza de acuerdo con cada especie.

Esta técnica está fundamentada en su estandarización para períodos relativamente cortos: decenas, meses, bimestres, época y año (Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández, 1990). Cada período tiene que estar representado por la agrupación de varios muestreos individuales. Puede ser empleada para predecir la disponibilidad y el residuo en pastizales, así como para determinar la cantidad de hierba en áreas forrajeras y en parcelas pequeñas cuando no es conveniente cosecharlas.

Respecto a la manipulación, al medir la altura del pasto se deja caer libremente sobre el follaje, e inmediatamente se realiza la lectura en la escala.

Como realizar el muestreo

Un resultado satisfactorio está estrechamente relacionado con una correcta selección de las muestras individuales. Existen diversos factores que pueden influir negativamente, como es el caso de la composición botánica, el efecto del animal, la intensidad de pastoreo y la influencia del individuo, entre otros.

Al realizar el muestreo la primera muestra individual se localiza al azar y posteriormente las restantes de forma sistemática, las que pueden ser seleccio-

nadas cada 5, 10 o más pasos en dependencia del área en cuestión.

Se sugiere que la primera muestra puede ser seleccionada previamente de la siguiente forma:

- cuando la entrada es por la portada se camina hacia el fondo del cuartón uno, dos o tres pasos.
- cuando la entrada es por el lateral del cuartón se da uno o dos pasos al frente.

Al muestrear a través de los cuartones se toma en cuenta su configuración:

- a) cuando son extensos e irregulares la selección de la muestra se realiza en zig zag.
- b) en diagonal cuando son más pequeños y delimitados en forma de cuadrado, rectángulo o en pastoreo radial.

El muestreador debe trazar previamente su plan con el objetivo de no tener que volver sobre lo ya realizado, para disminuir el tiempo y el esfuerzo físico. El muestreo debe realizarse de forma consecutiva, para lograr que el final de un cuartón sea el inicio del próximo.

Muestreo de la altura

El número de lecturas adicionales que debe escogerse en una hectárea depende de la finalidad del resultado que se quiere obtener. A mayor cantidad de mediciones mayor será la precisión. No es recomendable seleccionar menos de 25 lecturas/ha. Las características y las condiciones del área determinan las posibilidades reales en la ejecución del muestreo.

La ventaja principal que tiene el método del disco es que pueden tomarse muchas lecturas en poco tiempo, sin

mucho esfuerzo y a bajo costo. Por lo tanto, la fundamentación del método radica en la cantidad de lecturas adicionales que es necesario realizar, sin tener que efectuar el corte de las muestras.

La clave del éxito consiste en tomar las lecturas de tal forma que representen a cabalidad la altura media de la población y faciliten localizar posteriormente los marcos de referencia para el cálculo de la regresión lineal.

Selección de la escala

El método está sustentado en el principio del doble muestreo, lo que facilita calibrar cada vez que se estima el rendimiento, cortando y pesando una serie de marcos de referencia y relacionando las alturas con los mismos (Wilm, Costello y Klippe, 1944).

Es suficiente cortar y pesar 5 marcos de referencia para calibrar la ecuación pero con la variante de realizar la selección de forma dirigida, siguiendo el principio de localizar los marcos en el rango de altura obtenida en el muestreo con el disco (Martínez *et al.*, 1990).

Criterio al momento de seleccionar las muestras

- a) Lo primero que se debe hacer es el muestreo de la altura del pasto con el disco de forma tal que abarque toda el área; para ello, pueden seleccionarse 25, 50 ó 100 lecturas/ha.
- b) Teniendo conocimiento de la amplitud de la altura del pasto, la cual está representada por la menor

- y la mayor, se pasa a seleccionar los marcos de referencia.
- c) Para situar en el área los 5 marcos de 0,25 m², se ubican inicialmente los dos primeros en los sitios de mayor y menor altura. El tercero se coloca en el punto que representa la altura media entre los marcos 1 y 5. Siguiendo el mismo principio, el marco 2 será ubicado en la altura media entre el 1 y el 3 y el marco 4 entre el 3 y el 5.
 - d) A medida que se localizan los marcos según la altura seleccionada (inciso c), se cosecha todo el material verde presente en los mismos y se introduce en bolsas de nylon, que posteriormente se sellan y pesan. Después se determina el contenido de materia seca.
 - e) Con los valores de peso seco del material cortado dentro de los marcos y su altura, se calcula la ecuación de regresión lineal mediante el método de los mínimos cuadrados.
 - f) Ajustada la ecuación de regresión lineal, se procede a evaluar en la misma el valor medio de la altura, el que expresa la disponibilidad media del área.

Variante práctica

Las mismas condiciones que se emplean para usar el disco se aplican en esta variante, excepto que no es necesario calcular la regresión.

Para aplicarla es imprescindible conocer la altura media del pasto, la que se determina con el disco según el

criterio empleado en el inciso a. Posteriormente se localizan uno o dos marcos que representen la altura media del área muestreada y se corta todo el material verde para después calcular el contenido de materia seca. El rendimiento se reajusta según la discrepancia que pueda existir entre la altura media del área con la altura media de los dos marcos seleccionados, mediante la siguiente fórmula:

$$DM \text{ (kg/ha)} = [dmm \text{ (amp/amm)}] \times 40$$

Donde:

DM = Disponibilidad media del área
dmm = Disponibilidad media de los marcos
amp = Altura media del pasto
amm = Altura media en los marcos
40 = Factor para expresar la disponibilidad en kg/ha, cuando el marco es de 0,25 m².

Este método sirve para reajustar las regresiones agrupadas cada cierto período de tiempo, según la intensidad del muestreo (Stockdale, 1984), así como también para determinar la disponibilidad en parcelas pequeñas con el fin de hacer menos destructivo el muestreo.

Cálculos

Con un ejemplo se ilustra el desarrollo de las operaciones estadísticas para el cálculo de una regresión lineal. Se recomienda que se confeccione de la siguiente manera, cuando los cálculos se realizan con una calculadora sencilla (tabla 1).

Tabla 1. Forma en que se deben tabular los resultados.

Altura del disco (x)	Peso seco (y)	x ²	y ²	xy
20	69,6	400	4 844,1	1 392,0
24	109,7	576	12 034,1	2 632,8
28	97,9	784	9 584,4	2 741,2
34	124,1	1 156	15 400,8	4 219,4
38	136,4	1 444	18 604,9	5 183,2
Σ144	537,7	4 360	60 558,3	16 168,6

x = Altura del pasto (cm)

y = Rendimiento en peso seco (g)

$$b = \frac{\sum xy - [(\sum x)(\sum y)]/n}{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}$$

$$b = \frac{16 168,6 - (144 \times 537,7)/5}{4 360 - (144)^2/5}$$

$$b = \frac{16 168,6 - 15 485,76}{212,8} = 3,20$$

$$a = \bar{y} - (b) \bar{x}$$

$$a = [(537,7)/5] - [3,20 (144)/5]$$

$$a = 107,54 - 3,20 \times 28,8 = 15,38$$

$$y = a + bx$$

$$y = 15,38 + 3,20 \times (\text{ecuación calculada})$$

Supongamos que la altura media del pasto es 28,4 cm. Por lo tanto, para estimar la disponibilidad sustituimos el valor en la ecuación calculada.

$$y = 15,38 + 3,20 (28,4) \\ = 106,26 \text{ g/0,25 m}^2$$

Como se ha estado trabajando en gramos, multiplicamos por 40 para expresar el resultado en kg/ha cuando el marco utilizado es de 0,25 m².

$$y = 106,26 \times 40 = 4 250,4 \text{ kg de MS/ha}$$

Inmediatamente después se estima el rendimiento del área muestreada:

- Cuando el cuartón es menor de una hectárea, se mueve el punto cuatro lugares hacia la izquierda, y se multiplica por el área de muestreo. Ejemplo:

$$\text{Disponibilidad media} = 4 250,4 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Área} = 5 900 \text{ m}^2$$

$$0,42 504 \times 5 900 = 2 407 \text{ kg/cuartón}$$

- Cuando el cuartón es mayor de una hectárea se multiplica por el valor del área. Ejemplo:

$$\text{Disponibilidad media} = 4 250,4 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Área} = 2 \text{ ha}$$

$$4 250,4 \times 2 = 8 500,8 \text{ kg/cuartón}$$

Para saber si el ajuste de la ecuación obtenida es bueno, se calcula el coeficiente de correlación.

$$r = \frac{\sum xy - [(\sum x)(\sum y)]/n}{\sqrt{[\sum x^2 - (\sum x)^2/5] [\sum y^2 - (\sum y)^2/5]}}$$

$$r = \frac{16\,168,6 - (144 \times 537,7) / 5}{\sqrt{[4\,360 - (144)^2 / 5] [60\,558,3 - (537,7)^2 / 5]}}$$

$$r = 0,895$$

En regresiones ajustadas con 5 pares de valores el nivel de significación está dado como sigue:

$$\begin{aligned} r &= 0,878 && 5\% \text{ de probabilidad} \\ r &= 0,958 && 1\% \text{ de probabilidad} \\ r &= 0,991 && 0,1\% \text{ de probabilidad} \end{aligned}$$

Regresiones estandarizadas

En la tabla 2 se indican diferentes regresiones calculadas en condiciones de corte y de pastoreo en 4 especies de pastos.

Tabla 2. Ecuaciones ajustadas en diferentes condiciones.

	a	b	Sb ±	r	n	DER	CV (%)
Corte							
Likoni	-1 625,69	197,03	6,08	0,825	500	861,4	40,33
Buffel	-172,70	170,47	2,22	0,968	395	178,4	11,27
Brachiaria	-26,07	118,66	3,22	0,900	320	352,8	21,46
Andropogon	-2 331,98	168,45	13,24	0,848	65	2 382,1	56,73
Brachiaria en pastoreo							
Seca	-51,66	106,26	4,04	0,813	342	73,3	33,26
Lluvia	-485,60	121,84	7,52	0,751	230	67,6	23,10
Año	-109,54	109,50	3,35	0,808	572	59,2	34,21
Likoni en pastoreo							
Seca	-1 677,00	129,87	13,16	0,556	225	2 878,8	48,35
Lluvia	-1 827,84	208,23	8,01	0,837	290	1 637,0	30,80
Año	60,79	164,45	7,79	0,683	515	2 357,4	42,01

Desviación estándar residual

Las regresiones lineales para cada condición permiten realizar la estimación de las disponibilidades del pasto, teniendo en cuenta la altura media de la población muestreada, mediante dos vías.

1. Uso de las ecuaciones. Conocida la altura media del pasto (AM) se selecciona la regresión a utilizar y se multiplica la AM por el coeficiente de regresión (b) y se suma la constante (a).

$$\text{Disponibilidad} = (b \times \text{AM}) + a \text{ (kg/ha)}$$

Ej.: Disponibilidad de la Brachiaria en pastoreo en época de seca

$$\text{Disponibilidad} = 106,26 \times 20 + [-51,66] \text{ (kg/ha)}$$

$$\text{Disponibilidad} = 2\,125,20 \text{ (kg/ha)}$$

En la tabla 3 se ilustra como obtener la disponibilidad media sin realizar las operaciones. La estructura en la confección de las tablas es muy sencilla; estas se elaboran teniendo en cuenta que por las columnas se colocan las

unidades y por las filas las decenas; su empleo es de igual forma, es decir, se localizan las unidades y las decenas por

columnas y filas respectivamente y la intercepción de estas expresa la disponibilidad media de materia seca.

Tabla 3. Forma en que se debe organizar la tabla de disponibilidad.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15
1	0,34	0,54	0,73	0,93	1,13	1,32	1,52	1,52	1,72	2,12
2	2,31	2,251	•	•	•	•	•	•	•	•
3	4,28	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Fuerza de trabajo

Cuando las ecuaciones están estandarizadas, este método permite que un hombre pueda muestrear hasta 70 ha por jornada de trabajo, en dependencia de su experiencia y tomando en cuenta el desgaste físico como producto del traslado que debe realizar a través de los cuartones. Para estandarizar el método del disco, dos hombres ejecutan el trabajo en la misma área y tiempo, lo que facilita el corte y traslado de las muestras.

REFERENCIAS

- CASTLE, M.E. 1976. *J. Br. Grassld. Soc.* 31:37
- FARIAS, J.M. & THOMAS, N. 1984. *Pastos y Forrajes*. 7:215
- HAYDOCK, K.P. & SHAW, N.H. 1975. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 15:663
- MARTINEZ, J.; MILERA, MILAGROS; REMY, V.; YEPES, I. & HERNANDEZ, J. 1990. *Pastos y Forrajes*. 13:1
- MARTINEZ, J.; PEREIRA, E.; MILERA, MILAGROS & TORRES, VERENA. 1985. *Pastos y Forrajes*. 8:143
- NEAL, D.L. & NEAL, J.L. 1973. *J. Br. Grassld. Soc.* 28:894
- STOCKDALE, C.R. 1984. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 24:305
- WILM, H.G.; COSTELLO, D.F. & KLIPPE, G.E. 1944. *J. Am. Soc. Agr.* 36:194

Recibido el 28 de diciembre de 1990