

## EVALUACION DE UN DISCOMETRO PARA ESTIMAR LA PRODUCCION DE FORRAJE DE BALICO ANUAL (*Lolium multiflorum* Lam.)

**J. M. Farías y N. Thomas**

**Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte  
Torreón, Coahuila, México**

Se estudió la factibilidad de estimar rendimientos de forraje en verde y seco en praderas de ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.) utilizando un discómetro de aluminio. Se elaboraron ecuaciones de regresión lineal para observar la precisión de la estimación de rendimientos a partir de mediciones con el discómetro. Asimismo se determinó el número mínimo necesario de observaciones para calibrar el aparato. Las ecuaciones de regresión obtenidas mostraron que para pastoreos individuales cerca del 77% de la variación en la producción de materia seca fue explicado por las estimaciones del discómetro. Sólo un 70% de la variación de la producción de forraje en verde se explicó por los mismos medios. El uso de un discómetro es factible en praderas irrigadas de ballico anual bajo manejo uniforme y condiciones de irrigación en el Norte de México. Las estimaciones de rendimiento son confiables y el discómetro es un instrumento de bajo costo y mantenimiento, además de ser sencilla su operación.

**Palabras claves:** *Discómetro, producción de forraje, ballico anual*

La estimación de la producción de forraje es una importante práctica que se realiza tanto, a nivel comercial como experimental, puesto que permite predecir la cantidad de forraje de que se dispondrá en un momento dado. Sin embargo, cuando esta estimación de producción se realiza a través del método tradicional de corte, secado y pesado

requiere demasiado tiempo por todo el proceso que esto implica para obtener la información precisa.

Ante esta situación varios métodos para la estimación de producción de forrajes han sido probados como otras alternativas diferentes y más dinámicas que el método de corte y pesado tradicional, el cual aunque exacto requiere mucho tiempo y recursos. Estos métodos varían desde la simple estimación visual (Hutchinson, McLean y Hamilton, 1972) y mediciones de altura (Whitney, 1974) hasta la utilización de instrumentos electrónicos (Neal y Neal, 1973). Sin embargo, la experiencia en la estimación visual de la producción de forraje, la variabilidad en el medio ambiente y la habilidad en el uso de técnicas e instrumentos, son factores que afectan la veracidad de las estimaciones.

La relación directa entre la producción de forraje y su densidad aparente, ha sido usada para estimar en materia seca las producciones de forraje. Alexander, Sullivan y McCloud (1962), utilizaron una lámina de cartón mientras que Shrivastava, Miller y Jackobs (1969) usaron una caja del mismo material. El método que usaron consistía en arrojar el instrumento y medir las alturas promedio de cada lado. En dichos trabajos se encontró una correlación consistente entre aquellas medidas y la producción de materia seca de una pradera. Un método semejante consistente en el uso de discómetros calibrados o instrumentos discómetros simples, ha sido usado por varios autores (Powell, 1974; Castle, 1976; Bransby, Matches y Krause, 1977).

Powell (1974), usando un discómetro comercialmente disponible, observó la relación entre las lecturas del discómetro y la producción de materia seca de praderas mixtas y concluyó que una exactitud razonable puede ser esperada para el discómetro cuando es usado en praderas pastoreadas por ganado lechero.

Una comparación entre diferentes clases de discómetros y técnicas fue hecha por Santillan, Ocumpaugh y Hatt (1979) quienes al trabajar con cuatro especies diferentes de

zacates, observaron que el uso del disco es económico, fácil de operar y da una estimación real de las producciones de materia seca, además de que no requiere mantenimiento continuo.

En el presente estudio, se utilizó un discómetro de aluminio para probar la factibilidad de su utilización para estimar la producción de forraje de riego en las regiones semiáridas del norte de México. El propósito del uso de este instrumento, es utilizarlo como una ayuda en la estimación comercial y experimental de las producciones de forraje verde y materia seca en praderas de ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) bajo pastoreo de bovinos.

### **MATERIALES Y METODOS**

*Localización y tipo de pradera.* El presente estudio se realizó en 1979 bajo las condiciones semiáridas del norte de México. En el trabajo experimental se utilizó una pradera de ballico anual irrigada de aproximadamente 5 hectáreas, dividida en franjas de 8 metros de ancho y 70 metros de largo, pastoreada por un hato de 50 vacas Holstein. De acuerdo a las condiciones de la pradera, se permitió pastorear al ganado cuatro o cinco franjas diarias, lo cual daba un ciclo rotacional de aproximadamente 24 días. Esta carga dio un tratamiento uniforme (con algunas excepciones) de pastoreo a la pradera, y no se observaron diferencias en el crecimiento del zacate dentro de las franjas durante el período del 19 de enero al 29 de mayo de 1979 mismo que comprendió el estudio. Durante este período se completaron seis ciclos rotacionales o pastoreos.

*Discómetro.* Como herramienta de medición, se utilizó un discómetro de aluminio, construido según la descripción dada por Castle (1976). Este instrumento consiste en una varilla de acero con graduaciones cada 0,5 cm, en la cual van insertados dos discos de

aluminio unidos entre sí y con un peso de 175 gramos, los cuales se deslizan libremente por la varilla.

La técnica usada para hacer las mediciones, fue similar a la descrita por Santillan *et al.* (1979) como "la técnica de caída libre". El eje del instrumento pendía verticalmente y el disco se dejaba caer desde 125 cm por arriba de la superficie del suelo. Las lecturas se tomaban de acuerdo a la graduación más cercana a la que quedaba el disco.

*Mediciones.* Es muy común en la literatura el hacer referencia únicamente a materia seca cuando se habla de rendimientos de forraje. Sin embargo, donde el forraje se consume fresco, el agricultor y el ganadero, generalmente operan en términos de peso en verde. Tomando en consideración esto, se probó la factibilidad del uso del discómetro para estimar las producciones de forraje en verde y materia seca.

Las lecturas se tomaron diariamente antes de que las vacas entraran a la pradera. El método de corte y pesado se utilizó para recolectar cinco muestras al azar por franja, con una lectura del discómetro tomada en cada uno de estos puntos. El muestreo se hizo al azar utilizando un cuadro de 0,25 m<sup>2</sup> que servía para delimitar el área de corte y para hacer las mediciones con el discómetro.

Las muestras de forraje fueron pesadas para obtener el peso en verde y posteriormente secadas durante 72 horas en un horno a 100°C, para obtener el peso seco de la muestra.

*Análisis.* La información se analizó separadamente para cada ciclo de pastoreo y para el ciclo completo. Por un lado se buscó conocer la posibilidad de estimar rendimientos de forraje en verde y materia seca utilizando toda la información de los muestreos. Colateralmente se buscó el número mínimo de observaciones apareadas (discómetro y determinación por corte y pesado) suficiente para hacer la ecuación de regresión ( $y = a + bx$ ) que permitiese estimar rendimientos a través de mediciones con el discómetro.

El análisis estadístico fue hecho de acuerdo a los procedimientos recomendados por Snedecor y Cochran (1967). El criterio usado para determinar el número mínimo de observaciones apareadas requerido para calibrar el discómetro fue el empleado por Bransby *et al.* (1977).

## **RESULTADOS**

La tabla 1 muestra los valores máximos, medios y mínimos de la producción de forraje en verde (kg/ha) y materia seca (kg/ha) de la pradera bajo estudio durante el período experimental (6 pastoreos), junto con sus correspondientes lecturas del discómetro (cm).

La tabla 2 muestra las ecuaciones de regresión para peso en verde y materia seca contra las lecturas del discómetro. Estas ecuaciones se hicieron utilizando todas las observaciones disponibles para cada uno de los pastoreos; además, la tabla 3 muestra el efecto del número de observaciones apareadas (discómetro, corte-pesado) incluidas para hacer la ecuación de regresión.

## **DISCUSION**

*Evaluación del discómetro.* El rango entre las lecturas máximas y mínimas del discómetro a lo largo del período experimental (tabla 1) fue siempre mayor que 18 cm; asimismo, los coeficientes de correlación de las ecuaciones para los pastoreos fueron significativos (tabla 2). Esto concuerda con las observaciones efectuadas por Bransby *et al.* (1977), en el sentido de que altos valores de "r" se obtienen cuando el rango de las lecturas del discómetro es mayor que 12 cm.

Producciones de forraje en verde de 1 000 kg/ha, o menos, fueron encontradas en los pastoreos 1 y 2 y provocaron lecturas del discómetro de 0. Tales observaciones no fueron usadas para el análisis estadístico, debido al efecto reductor que tendrían sobre los valores del coeficiente de correlación de  $r = 0,85$  a  $r = 0,13$ , por lo que se asume que el uso del discómetro no es adecuado cuando los rendimientos esperados de forraje son tan bajos.

Tabla 1. Valores máximos, medios y mínimos para forraje en verde, materia seca y lecturas del discómetro durante el ciclo.

	Pastoreos No.					
	1	2	3	4	5	6
Forraje en verde (kg/ha)						
Mínimo	1 080	1 160	2 880	1 760	440	2 400
Medio	7 054 ( $\pm 4 390$ )	7 408 ( $\pm 3 589$ )	8 312 ( $\pm 3 042$ )	8 176 ( $\pm 2 919$ )	( $\pm 2 101$ )	9 631 ( $\pm 3 211$ )
Máximo	26 000	20 040	21 960	21 280	3 320	18 480
Materia seca (kg/ha)						
Mínimo	240	280	640	520	440	560
Medio	1 407 ( $\pm 744$ )	1 509 ( $\pm 618$ )	1 511 ( $\pm 438$ )	1 353 ( $\pm 380$ )	1 101 ( $\pm 362$ )	2 266 ( $\pm 803$ )
Máximo	4 900	4 000	3 500	3 240	2 320	4 800
Lecturas discómetro (cm)						
Mínimo	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	6,0
Medio	8,70 ( $\pm 4,9$ )	9,0 ( $\pm 3,8$ )	9,90 ( $\pm 3,5$ )	12,10 ( $\pm 4,0$ )	9,90 ( $\pm 3,3$ )	25,3 ( $\pm 9,7$ )
Máximo	23,5	21,0	25,0	27,0	21,0	50,0

Tabla 2. Ecuaciones de regresión para rendimientos de forraje en verde y materia seca contra lecturas del discómetro  
( $y = a + bx$ ).

CAE Laguna 1979

CIAN-INIA-SARH

Tratamiento	<i>N</i>	<i>a</i> ▽	<i>b</i> ▽	ES ±	<i>R</i>	Error standard de la estimación ESE ±
1 er Pastoreo						
Forraje en verde	166	-29,17	794,97	31,18	0,89**	1 976,79
Materia seca	166	313,04	122,78	6,84	0,81**	433,67
2do. Pastoreo						
Forraje en verde	297	-330,29	864,70	21,56	0,92**	1 414,81
Materia seca	297	277,61	137,59	4,98	0,85**	327,11
3er. Pastoreo						
Forraje en verde	208	1 012,97	733,99	32,92	0,84**	1 650,24
Materia seca	208	584,29	93,22	5,87	0,74**	294,44
4o. Pastoreo						
Forraje en verde	204	514,63	631,98	24,99	0,87**	1 433,65
Materia seca	204	376,27	80,59	3,64	0,84**	208,95
5to. Pastoreo						
Forraje en verde	210	128,79	560,46	21,62	0,87**	1 204,61
Materia seca	210	125,90	98,17	3,52	0,89**	166,66
6to. Pastoreo						
Forraje en verde	210	523,63	359,46	14,82	0,86**	1 644,81
Materia seca	210	-8,17	89,74	3,72	0,86**	413,04
Ciclo completo						
Forraje en verde	1 295	3 715,12	321,77	9,34	0,69**	2 504,74
Materia seca	1 295	622,82	72,90	1,52	0,80**	408,33

\*\* Indica significación a  $P < 0,01$ 

▽ kg/ha

Tabla 3. Efecto del número de observaciones sobre el error standard de la estimación (ESE) y el coeficiente de correlación (r).

CAE Laguna 1979				CIAN-INIA-SARH			
Tratamiento	No. de observación §						
	10	20	30	40	50	60	70
Forraje en verde							
ESE	1 468	1 406	1 468	1 481	1 531	1 496	1 498
R	0,86	0,87	0,89	0,87	0,86	0,88	0,88
Peso seco							
ESE	250	274	288	295	299	288	298
R	0,86	0,82	0,86	0,83	0,83	0,84	0,81

▽ kg/ha (se omitieron decimales)

§ Promedio de 10 repeticiones



Los datos tomados indican que un alto valor en las lecturas del discómetro, no necesariamente significa una amplia diferencia entre las producciones reales (comparar pastoreo 6° con 1°). Cambios debidos al avance de la estación, el crecimiento y edad de la pradera o las prácticas de manejo, ejercen un efecto sobre la densidad del forraje, la cual puede afectar la relación entre la lectura del disco y la producción real entre un pastoreo y otro; esto concuerda con lo reportado por Vartha y Matches (1977), que indican que el uso del discómetro en experimentos de pastoreo es afectado por cambios en la estación del año y fase de crecimiento del pasto. Castle (1976) también reportó marcadas diferencias en la regresión de la producción de materia seca sobre las lecturas del discómetro, para diferentes períodos del año y diferentes cortes de una pradera de ballico perenne.

Las diferencias entre las ecuaciones de regresión para las producciones de forraje en verde y materia seca obtenidas con las lecturas del discómetro durante el período de pastoreo estudiado (tabla 2) ilustran como a pesar de que existen diferencias entre los coeficientes de las ecuaciones de regresión de los pastoreos, esto no disminuye la confiabilidad de las estimaciones de los pastoreos individuales como los valores de  $r$  y ESE. Las ecuaciones de regresión para "peso verde ciclo completo" mostraron baja confiabilidad cuando se compararon con los pastoreos individuales. (La confiabilidad está indicada por  $r = 0,69$  y  $ESE = 2\ 504,74$  kg de materia verde  $ha^{-1}$ ). El mismo efecto aunque menos marcado, estuvo presente para "materia seca ciclo completo". Es decir, al analizar el ciclo completo la confiabilidad disminuyó, lo cual indica que una regresión sencilla no es exacta para hacer una estimación de información acumulada de un período que englobe diferentes

pastoreos. Los valores de coeficiente de correlación ( $r$ ) para la ecuación de regresión de pastoreos 1 a 6 fue siempre mayor de 0,80, con la única excepción de la ecuación de regresión de materia seca en el pastoreo 3, el cual dio un valor de  $r = 0,74$  (tabla 2). Tal descenso en el valor de  $r$ , no pudo ser explicado; sin embargo se supone que se debió a los efectos del manejo o del medio ambiente.

Los valores de  $r$  encontrados en este trabajo, son similares a los reportados por Bransby *et al.* (1977) y Vartha y Matches (1977) en estudios con Alta Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb) y ligeramente menor a los reportados por Santillan *et al.* (1979) con ballico anual y tres especies de pastos tropicales.

**Calibración.** Para determinar el número de observaciones apareadas necesarias en la calibración del discómetro, se utilizó un método similar al usado por Bransby *et al.* (1977). Este criterio estuvo basado en la respuesta del coeficiente de correlación ( $r$ ) y de los valores del error standard de estimación (ESE) cuando el número de observaciones fue cambiado. En ese trabajo se encontró que se requerían 25 observaciones apareadas para calibrar el discómetro y que 50 observaciones serían en la mayoría de los casos suficientes.

En la tabla 3 se muestran los valores observados de  $r$  y del ESE, conforme el número de observaciones fue aumentado de 10 a 70. Como puede observarse, no hay diferencias para ninguno de los dos parámetros y tampoco se observan tendencias aparentes. Asimismo, esta tabla indica que valores tan bajos como 10 observaciones apareadas pueden ser suficientes para calibrar el disco.

Es importante considerar que factores tales como la cubierta vegetal y la homogeneidad en la irrigación, así como la variabilidad del clima y manejo de la

pradera, deben considerarse cuando va a decidirse el número de observaciones para calibrar el discómetro. Por ejemplo, Santillan *et al.* (1979), sugieren que si únicamente cerca de 50 lecturas van a ser tomadas, una calibración con 5 a 10 observaciones es suficiente. Powell (1974), indica que un valor tan bajo como el de 5 observaciones puede ser suficiente para calibrar el instrumento, si lo realiza un operador con experiencia en apreciación visual de las praderas.

Bajo las condiciones en las cuales fue hecho este trabajo, se determinó que 10 observaciones son suficientes para obtener una estimación confiable de las producciones de forraje en verde y materia seca. No obstante, las calibraciones frecuentes son recomendadas para asegurar la confiabilidad de las estimaciones.

Los cambios en el período de pastoreo, proporción de ganado (Vartha y Matches, 1977) y de la fase de crecimiento vegetativa del pasto a la reproductiva (Bransby *et al.*, 1977) son factores que podrían hacer necesaria una nueva calibración.

En resumen, se observa que para pastoreos individuales, un promedio de 77% de la variación en la producción de materia seca fue explicado por discómetro y un 70% de la variación de forraje verde se explicó por los mismos medios (las estimaciones de variación fueron basadas sobre valores de  $r^2$ ).

El error standard de la estimación (ESE) para los pastoreos 1 a 6 fue en promedio de 400 kg de MS y 1 524 kg de forraje en verde  $ha^{-1}$ , representando una desviación del orden de 20% de los promedios reales de producción de los 6 pastoreos. Tales desviaciones junto con los valores de correlación significativos, indican un uso potencial para el discómetro bajo las condiciones del norte de México. Además, el discómetro es económico, fácil de construir y durante el período

experimental (4,3 meses) no requirió de ningún mantenimiento. Bajo manejo estable, provee una herramienta para una recolección rápida de datos y el entrenamiento de un operador para usarlo es corto y fácil. Sin embargo, debe considerarse su principal inconveniente que es la susceptibilidad de la estimación del discómetro a cambios en edad y manejo de las praderas. Este hecho limita su uso en inspecciones o trabajos de extensión, porque se hace necesaria la calibración del disco para cada granja en cada corte.

Los resultados de este trabajo indican que el uso de un instrumento discómetro simple para estimaciones rápidas de producción de forraje en verde y materia seca, es factible en praderas irrigadas de ballico anual bajo manejo uniforme y condiciones de irrigación del norte de México.

La confiabilidad de las estimaciones, su bajo costo de producción y mantenimiento y la simplicidad de su operación, son características que contribuirán a que el discómetro sea aceptado y usado por aquellos involucrados en la producción de forraje.

Se sugiere una mayor investigación en el uso de instrumentos similares en búsqueda de uno cuyas estimaciones dependan menos de los cambios de edad y manejo de las praderas.

### **SUMMARY**

The feasibility of estimating the yields of forages in dry and green matter in meadows of annual ballico (*Lolium multiflorum* Lam.) was studied using an aluminium disc-

meter. Equations of linear regression were elaborated in order to observe the precision of the yield estimation from the measurements obtained with the disc-meter. In like manner it was determined the minimum necessary number of observations to calibrate the disc-meter. The equations of regressions obtained showed that for individual grazing, nearly the 77% of the variation in the production of dry matter was explained by the estimation of the disc-meter. Only 70% of the forage green matter production was explained by the same means. The use of a disc-meter is feasible in irrigated meadows of annual ballico under uniform management and irrigated conditions, in the North of Mexico. The estimations of yields are trustworthy, and the disc-meter is an apparatus of low cost and maintenance, besides it is of easy manipulation.

### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Lic. José Cruz Ballado su desinteresada colaboración en la edición del manuscrito.

### **REFERENCIAS**

- ALEXANDER, C.W.; SULLIVAN, J.T. & McCLOUD, D.E. 1962. ***Agron. J.*** 54:468-469
- BRANSBY, D.I.; MATCHES, A.G. & KRAUSE, G.F. 1977. ***Agron. J.*** 69:393-396
- CASTLE, M.E. 1976. ***J. Br. Grassld. Soc.*** 31:37-40
- HUTCHINSON, K.J.; McLEAN, R.W. & HAMILTON, B.A. 1972. ***J. Br. Grassld. Soc.*** 27:29-34

NEAL, D.L. & NEAL, J.L. 1973. *J. Br. Grassld. Soc.* 28:81-89

POWELL, T.L. 1974. *N.E.J. Exp. Agric.* 2:239-241

SANTILLAN, P.A.; OCUMPAUGH, W.R. & PATT, G.O. 1979. *Agron. J.* 71:71-74

SHRIVASTAVA, J.P.; MILLER, P.A. & JACKOBS, J.A. 1969. *Agron. J.* 61:649-651

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1967. Statistical methods. 6<sup>th</sup> Edition Iowa  
State Univ. Press. Amer. Iowa

VARTHA, E.W. & MATCHES, A.G. 1977. *Agron. J.* 69:888-890

WHITNEY, A.S. 1974. *Agron. J.* 66:334-336