

**EVALUACION DE UN INSTRUMENTO PARA ESTIMAR LA PRODUCCION  
DE FORRAJE EN PRADERAS DE RYE GRASS ANUAL  
(*Lolium multiflorum* Lam.)**

Heriberto Díaz Solís<sup>1</sup>  
Jorge A. Romanos Gallegos<sup>2</sup>  
Humberto C. González Morales<sup>3</sup>  
Víctor M. Rodríguez Carreón<sup>4</sup>

**RESUMEN**

El presente trabajo se realizó para determinar la eficiencia de un instrumento mecánico que denominaremos "plato descendente" (rising plate meter) en la estimación de la cantidad de materia seca presente por unidad de superficie en praderas de Rye Grass anual (*Lolium multiflorum* Lam.) Se utilizaron 4 densidades de siembra (20, 40 60 y 80 kg SPV/ha) y 2 dosis de nitrógeno (60 y 120 kgN/ha) a la siembra. Además, se evaluaron dos criterios para la selección de la altura de la que se debe soltar el plato (altura constante; y altura variable dependiente de la altura de las plantas).

Se encontró que tanto las densidades de siembra como el nivel de nitrógeno aplicado a la siembra, no afectan el grado de ajuste ni los valores del modelo que relaciona la variable dependiente cantidad de materia seca (kg M.S./ha) y la variable independiente altura a la que quedó el plato del suelo (1:0.5 cm). En cambio, resultó un mejor ajuste al soltar el plato de una altura constante (55 cm del suelo) que al utilizar alturas variables ( $r = 0.98$ ,  $r = 0.93$ , respectivamente). Las relaciones por etapa de crecimiento después del corte tampoco difieren del modelo general. El modelo que relaciona kg de materia seca por hectárea (Y) con la altura que reporta el plato (X) es:  $Y = 103.75 (X)$ ;  $r = 0.98$ ;  $n = 864$ . El modelo que relaciona la acumulación de materia seca (kg/ha) (Y) y los días después del corte (X) es:

$$Y = 5000 \cdot 1 - e^{-0.54 x}$$

1 y 3 Maestros Investigadores Depto. Recursos Naturales, UAAAN.

2. Tesista de la Carrera de Ingeniero Agrónomo en Zootecnia

4. Estudiante Postgrado Especialidad Producción Animal

## INTRODUCCION

El método más común para determinar la producción de forraje, tanto a nivel experimental como comercial, ha sido el de corte, secado y pesado de áreas conocidas. Sin embargo, esto requiere del desperdicio de forraje y la inversión de tiempo y otros recursos, lo cual es aún más notorio cuando se trabaja con praderas intensivas donde, por razones productivas y necesidades de manejo se utilizan rotacionalmente y se debe determinar la disponibilidad de forraje de una división dada antes de cada pastoreo, para definir el tiempo de ocupación que se deberá tener para cumplir con objetivos específicos. El método del plato descendente no requiere de corte, secado, ni pesado, para estimar en forma confiable la disponibilidad de materia seca por unidad de superficie en praderas de Rye grass anual.

El objetivo de este trabajo fue la determinación del grado de relación entre la altura a la que queda el plato del suelo y la cantidad de materia seca por hectárea bajo diferentes densidades de siembra, nivel de fertilizante nitrogenado que se aplica y tiempo después del corte.

## REVISION DE LITERATURA

Reppert *et al.* (1963) señalan que es importante conocer la producción de forraje al relacionarla con efectos de cualquier tratamiento como: fertilización, riegos, sistemas de apacentamiento, etc., así como con la respuesta animal. Por su parte el Soil Conservation Service (SCS) (1976) indican que la producción de forraje puede servir para determinar la capacidad de carga animal y, como información de referencia, a la investigación; sin embargo, cuando esta estimación se obtiene por el método tradicional de corte, secado y pesado, requiere demasiado tiempo para obtener la información precisa (Farías y Thomas, 1984).

Son varios los métodos que se han diseñado como alternativas al método de corte. Estos varían desde la simple estimación visual (Hutchinson *et al.*, 1972; Haydock y Shaw, 1975), mediciones de altura (Whitney, 1974) hasta el de aparatos electrónicos (Campbell, *et al.*, 1962; Neal y Neal, 1973). La desventaja de la estimación visual, es la necesidad de entrenamiento del observador, y la de los métodos electrónicos, el costo del aparato y la susceptibilidad a ser dañado.

Los principios que rigen a este método, surgen a raíz de las investigaciones de Alexander, *et al.*, (1962) quienes utilizaron una lámina de cartón [mientras que Shrivastava *et al.* (1969) utilizaron una caja del mismo material]. Su técnica consistía en arrojar el instrumento y medir las alturas promedio de cada lado. En estos trabajos se encontró una correlación consistente entre aquellas medidas y la producción de materia seca presente en una pradera. Más tar-

de, Powell (1974); Castle (1976) y Bransby *et al.* (1977) aplicaron el principio con aparatos calibrados e instrumentos simples. Uno de los instrumentos más prometedores es el descrito por Castle (1976) que consiste en una varilla de acero con graduaciones cada 5 cm; en la varilla van insertados dos discos de aluminio de 175 gr esta unidos entre sí, los cuales se deslizan sobre la varilla; ésta se coloca verticalmente y se sueltan los discos desde 125 cm del suelo y se toma la altura a la que quedaron los discos en la graduación de la varilla. Santillán *et al.* (1979) denominan a esto técnica de caída libre.

Earle y McGowan (1979) diseñaron un instrumento similar que posee un contador acumulativo de altura a la que queda el disco del suelo, y otro contador que registra el número de veces que se deja caer el disco de forma que, al terminar el muestreo, sólo se divide la altura acumulada entre el número de veces que se dejó caer el disco y se obtiene la altura promedio, evitando la necesidad de un anotador. Los mismos autores concluyen que este instrumento es rápido y efectivo y Scrivner *et al.* (1986) agregan que es simple de operar, ligero, durable y no destructivo.

Stockdale y Kelly (1984) compararon el plato descendente con el método de prueba simple de capacitancia electrónica de Vickery *et al.* (1980) en evaluaciones antes y después del pastoreo de vacas lecheras. Antes del pastoreo, presentaron coeficientes de variación semejantes, 12.7% para el plato y 13.3% para el electrónico. Sin embargo, el método electrónico fue menos variable después del pastoreo que el plato, con 15.4% y 21.8% respectivamente.

El instrumento que utilizaron Stockdale y Kelly (1984) consistía de un plato cuadrado 0.1 m<sup>2</sup> que ejercía una presión de 5.0 kg/m<sup>2</sup> y graduación en la varilla de 1:0.5 cm. La precisión del plato encontrada por Earle y McGowan (1979); Stockdale (1984) y Stockdale y Kelly (1984) fueron similares, con coeficientes de variación de 12.9, 12.7 y 12.2%, respectivamente.

## MATERIALES Y METODOS

### El Instrumento

#### Detalle de Construcción

El plato consiste de una lámina cuadrada de aluminio calibre 20, de 30 cm por lado y una perforación central de 1.8 cm de diámetro; en esa parte lleva soldado un tubo de aluminio de 2.54 cm de diámetro y 30 cm de longitud. El plato con el tubo tienen un peso de 316 g que equivale a los 4 kg/m<sup>2</sup> recomendados por Earle y McGowan (1979) y corren sobre una varilla cilíndrica de aluminio de 1.6 cm de diámetro y 145 cm de largo, graduada en unidades de 0.5 cm; iniciando 30 cm sobre la base (Figura 1).

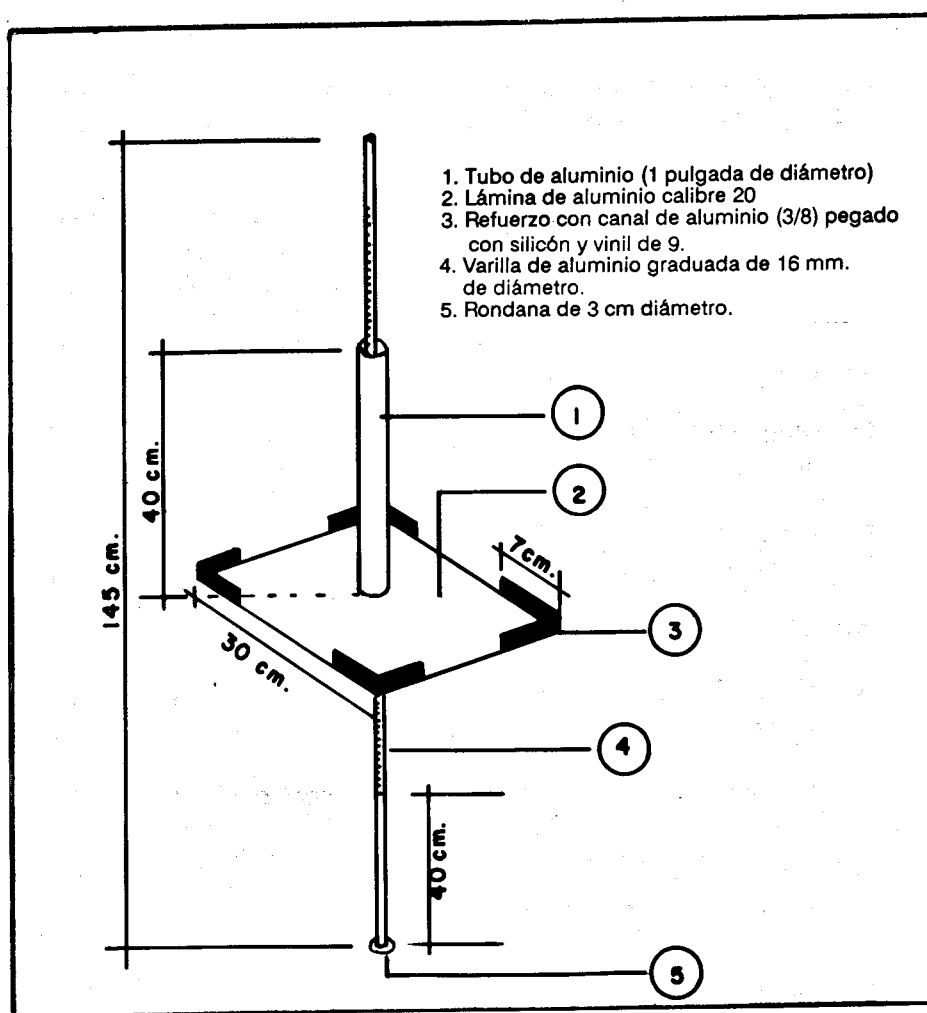


Figura 1. Dibujo del instrumento.

### Funcionamiento

Se coloca la base de la varilla de aluminio en el sitio de muestreo y se sostienen el plato y el tubo sobre la varilla a 55 cm del suelo; se dejan caer libremente sobre el pasto y se registra la altura a la que quedó el plato del suelo. Se deben hacer repeticiones de altura del plato en la pradera y su número depende de la precisión deseada. La altura media de un cierto número de unidades de muestra se substituye en la ecuación previamente generada para las condiciones particulares de la pradera a fin de obtener la estimación de kg de materia seca por hectárea.

## Metodología

Se trabajó con Rye grass anual (*Lolium multiflorum* Lam) variedad Oregon en el terreno denominado El Bajío, dentro del Campo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Se utilizaron ocho parcelas de 5.5 x 2.5 m, sembradas el 15 de octubre de 1988 durante su primer rebrote, en los meses de febrero y marzo de 1990. Las parcelas se sembraron en cuatro densidades de siembra (20, 40, 60 y 80 kg S.P.V./ha) con dos dosis de nitrógeno a la siembra (60 y 120 kg N/ha). Se sembró al boleto tapando con ramas y se regó a capacidad de campo cada 15 días. Después del 1er. corte, se fertilizó con la fórmula 50-00-00 en todas las parcelas.

Se realizaron nueve fechas de muestreo a intervalos de cuatro días con inicio seis días después del corte. En cada parcela y fecha de muestreo se tomaron 24 lecturas del plato además del corte secado y pesado del forraje bajo el plato. En 12 de estas lecturas se soltó el plato de una altura constante de 55 cm sobre el suelo y en las 12 restantes se consideró la altura del pasto y se mantuvo una carrera constante del plato con relación al contacto con el pasto pero variable con respecto al suelo (altura variable).

Para el análisis estadístico se utilizó la regresión lineal simple forzada al origen cuyo modelo es:

$$Y = bX; \quad \text{Donde:} \quad \begin{aligned} Y &= \text{kg de materia seca por hectárea} \\ X &= \text{Lectura del plato (1:0.5 cm).} \\ b &= \text{Pendiente de la línea de regresión} \end{aligned}$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

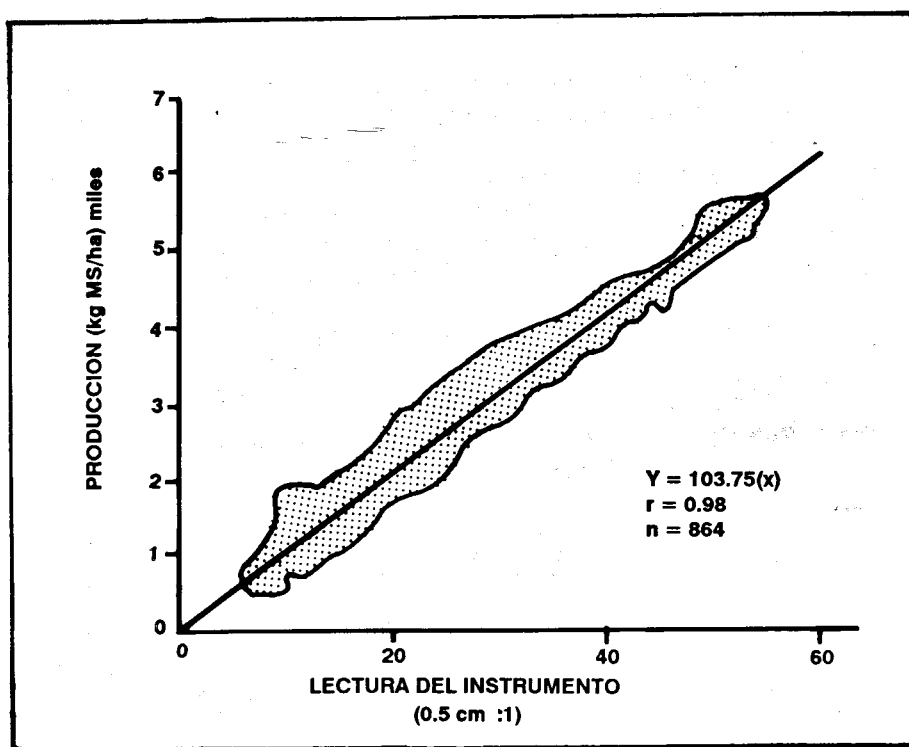
### Efecto de la Densidad de Siembra y la Fertilización a la Siembra

No se observaron efectos de la densidad de siembra sobre la precisión del instrumento ni sobre la pendiente de la recta (Cuadro 1).

En cuanto al tipo de caída, es mayor el error típico de Y y menor el coeficiente de correlación en el caso de caída variable. Se esperaba en este trabajo que la relación resultara mejor en el caso de caída variable, ya que al mantener una carrera constante, al considerar la altura de las plantas, era de esperarse que la fuerza de contacto fuera igual y lo único que hiciera variar la altura a la que queda el plato fuera la cantidad de materia seca presente. Estos resultados que contradicen lo esperado pueden haberse debido a errores de estimación de la altura de las plantas o al situar el plato en la altura de la que debía soltarse en cada caso (Cuadro 2 y Figura 2).

**Cuadro 1. Relación de la altura del plato (X) y la producción de materia seca/ha (Y) para cuatro densidades de siembra en el caso de caída constante(a) y caída variable(b).**

a)						
Densidad	n	a	b	r	EE Y	Ecuación
20 kg/ha	216	0	103.68	0.98	205.11	$Y = 103.68(X)$
40 kg/ha	216	0	103.73	0.98	205.11	$Y = 103.73(X)$
60 kg/ha	216	0	103.85	0.96	277.25	$Y = 103.85(X)$
80 kg/ha	216	0	103.71	0.98	204.24	$Y = 103.71(X)$
b)						
20 kg/ha	216	0	109.76	0.92	469.89	$Y = 109.76(X)$
40 kg/ha	216	0	111.09	0.91	489.33	$Y = 111.09(X)$
60 kg/ha	216	0	110.61	0.93	437.90	$Y = 110.61(X)$
80 kg/ha	216	0	111.63	0.92	517.26	$Y = 111.63(X)$



**Figura 2. Diagrama de dispersión y línea de regresión ajustada para el caso de caída constante.**

**Cuadro 2. Relación entre la altura que registra el plato (X) y la producción de materia seca por hectárea (Y) para los dos tipos de caída.**

Caída	n	a	b	r	EEY	Ecuación
Constante	864	0	103.73	0.98	223.61	$Y = 103.75(X)$
Variable	864	0	110.79	0.92	479.23	$Y = 110.79(X)$

Con un instrumento similar al del presente trabajo y utilizando la caída constante, algunos autores han encontrado coeficiente de correlación similares. Stockdale y Kelly (1984), con Rye grass perenne, obtuvieron un valor de 0.97 y con la misma especie pero en diferentes épocas Michel y Large (1983) encontraron 0.96 (marzo-junio) y 0.94 (junio-septiembre). Stockdale (1984) encontró un 0.84 para Rye grass perenne y 0.98 para *Paspalum dominant*. Scrivner *et al.* (1986) encontraron coeficientes de correlación de 0.87, 0.92, 0.96, 0.97 y 0.93 para los primeros cinco meses del año respectivamente.

#### **Estimación de la Producción de Forraje en Diferentes Etapas del Rebrote**

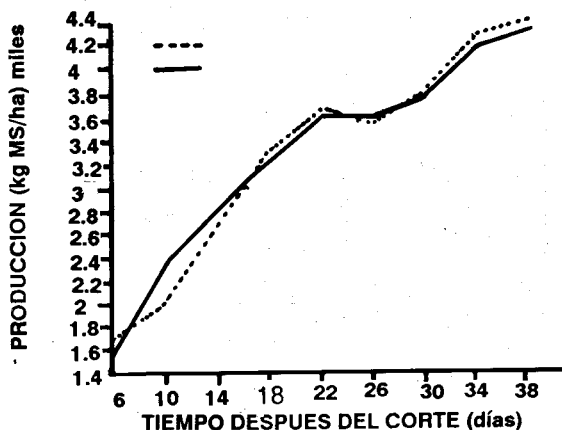
En el Cuadro 3 se presentan las ecuaciones específicas de cada evento de muestreo a partir del sexto día de rebrote.

En este cuadro se observa que el error típico de Y disminuye a medida que avanza la etapa del rebrote, lo que se puede deber a 2 razones: a) La homogeneidad que produce el avance del rebrote con relación a las etapas inmediatas al corte, o b) los residuos de tallos lignificados inmediatamente después del corte.

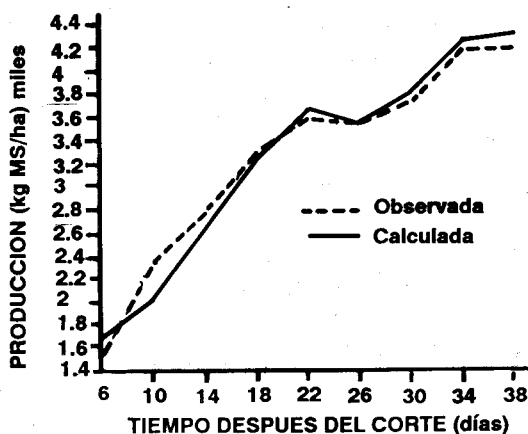
**Cuadro 3. Relación de la altura del plato (X) y la producción de materia seca (Y) cada 4 días después del corte.**

Días	n	a	b	r	EEY	Ecuación
6	96	0	94.82	0.95	205.65	$Y = 94.82(X)$
10	96	0	121.45	0.96	204.13	$Y = 121.45(X)$
14	96	0	108.73	0.95	248.74	$Y = 108.73(X)$
18	96	0	105.90	0.97	172.49	$Y = 105.90(X)$
22	96	0	102.23	0.98	141.28	$Y = 102.23(X)$
26	96	0	104.24	0.98	153.03	$Y = 104.24(X)$
30	96	0	102.69	0.98	121.81	$Y = 102.69(X)$
34	96	0	102.19	0.98	113.24	$Y = 102.19(X)$
38	96	0	100.93	0.98	89.96	$Y = 100.93(X)$

En la Figura 3a se puede observar la diferencia entre la estimación de la cantidad de materia seca mediante la ecuación general para caída constante del Cuadro 2 y, el uso de las ecuaciones específicas para cada fecha de muestreo durante el rebrote. La diferencia es muy pequeña, por lo que se puede asumir que el uso de una sola ecuación  $Y = 103.75(x)$  es suficiente para estimar adecuadamente la cantidad de materia seca, independientemente de la etapa del rebrote. En la Figura 3b se observa la pequeña diferencia entre la estimación con el uso de la ecuación general y los valores de materia seca observadas por corte en cada fecha de evaluación.

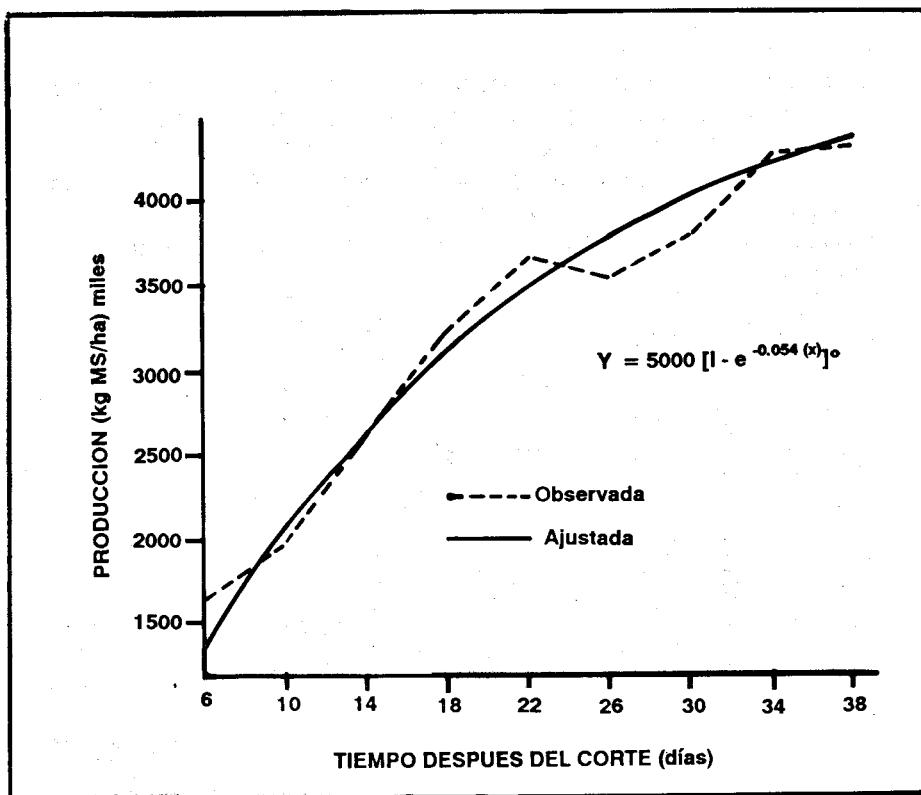


**Figura 3a.** Relación entre la producción de forraje estimado mediante la ecuación general y las ecuaciones específicas para cada etapa de muestreo.



**Figura 3b.** Producción de Rye grass estimada con la ecuación general de caída constante del Cuadro 5 y la producción observada.





**Figura. 4.** Curva de crecimiento de Rye grass ajustada y estimada por la ecuación general.

Finalmente, utilizando una ecuación citada por Landsberg (1976) como útil para describir el crecimiento foliar y el avance de las yemas del manzano hacia la dormancia, se presenta en la Figura 4 el crecimiento de la pradera ajustado.

### CONCLUSIONES

1. Existe una relación lineal positiva y significativa entre la altura que reporta el instrumento y la cantidad de materia seca presente por unidad de superficie.
2. Al dejar caer el plato de una altura constante, se mejora la relación señalada que cuando se utilizan alturas de caída variables.
3. Tanto la densidad de siembra como la fertilización a la siembra, no afectan la relación altura-peso de este método.

4. La etapa vegetativa de la población no influye en la estimación de la producción de forraje del instrumento.
5. El plato descendente es eficiente en la estimación de la curva de crecimiento de esta especie.

## BIBLIOGRAFIA

- Alexander, C.M., J.T. Sullivan, and D.E. McCloud. 1962. A method for estimating gorge yield. *Agron. J.* 54:468-469.
- Bransby, D.I., A.G. Matches and G.F. Krause. 1977. Disk Meter for Rapid Estimation of Herbage Yield in Grazing Trials. *Agron. J.* 69:393-396.
- Campbell, A.G., D.S.M. Phillips and E.D. O'Reilly, 1962. An electronic instrument for pastur yield estimation, *J. Br. Grassl. Soc.* 17:89.
- Castle, M.E. 1976. A simple disc instrument for estimating herbage yield. *J. Br. Grassl. Soc.* 31:37.
- Earle, D.F. and A.A. McGowan. 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 19:337-343.
- Farías, J.M. y N. Thomas. 1984. Evaluación de un discómetro para estimar la producción de forraje de Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Centro universitario Matanzas, Cuba, *Pastos y forrajes* 7:215-228.
- Haydock, N.P. and N.H. Shaw. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 15:663.
- Hutchinson, K.J., R.W. McLean and B.A. Hamilton. 1972. The Visual Estimation of Pasture Availability Using Standard Pasture Cores. *J. Br. Grassl. Soc.* 27:29-34.
- Neal, D.L. and J.L. Neal. 1973. Uses and Capabilities of Electronic Capacitance Instrument for Estimating Standing Herbage. *J. Br. Grassl. Soc.* 28:81-89.
- Powell, T.L. 1974. Evaluation of a weighted disc meter for pasture yield estimation on intensively stocked dairy pasture. *New Zeland J. of Exp. Agr.* 2:237.
- Reppert, J.N. R.H. Hughes and D.A. Duncan. 1963. Herbage yield and its correlation with other plant measurements. *Range Research Methods*. USDA. Forest Service. Misc. Pub. 540.

- Santillan, P.A., W.R. Ocumpaugh and G.O. Hatt. 1979. Estimating forage yield with a disk. Meter. Agron. J. 71:71-74
- Scrivner, J., D.M. Center and M.B. Jones. 1986. A rising plate meter for estimating production and utilization, J. Range Manage. 39:475-477.
- Shrivastava, J.P., D.A. Miller and J.A. Jacob. 1969. Estimating alfalfa yield. Agron. J. 61:649-651.
- Stockdale, C.R. 1984. Evaluation of techniques for estimating the yield of irrigated pastures intensively grazed by dairy cows. 2 The rising plate meter. Aust. J. Agr. Anim. Husb. 24:305-311.
- Stockdale, C.R. and K.B. Kelly. 1984. A comparison of a rising plate meter and an electronic capacitance meter for estimating the yield of pastures grazed by dairy cows. Grass and Forage Science. 39:391-394.
- Soil Conservation Service (SCS). 1976. National Range Handbook USDA. Washington D.C. USA.
- Vickery, P.J., I.L. Bennet and G.R. Nicol. 1980. An improved electronic capacitance meter for estimating herbage mass. Grass and Forage Science. 35:247-252.
- Whitney, A.S. 1974. Measurement of Foliage Height and its Relationships to Yield of two Tropical Forage Grasses. Agron. J. 66:334-336.