

PF 08. EVALUACIÓN DE UN MEDIDOR DE MATERIA SECA DE FORRAJE POR CAPACITANCIA¹. III. CALIBRACIÓN

J. Burgueño.

Unidad de Estadística y Cómputo. Facultad de Agronomía. Uruguay
 juanbu@fazoo.edu.uy

Abstract

Evaluation of a capacitance meter reading device for forage dry matter. III. calibration

The aim of this work is to construct one or more calibration equation to use a capacitance meter reading. This was conducted in four pastures and four seasons. A native grass pasture, two sowed pastures of 2 and 4 years were and an annual forage crop were studied in summer and autumn. One hundred square of 25 x 25 cm were cut and dried to estimate dry matter and the mean of 10 measurement of capacitance were collected in each pasture. A linear regression equation was used to calibrate the equipment. Correlation coefficients ranged from 0.10 to 0.91. Equations obtained were significantly different between pastures and seasons. However, for some combinations of pastures and seasons a model was constructed and non-significative. A general model was analyzed; it showed good performance for pastures below 1500 kg ha⁻¹ forage availability.

Palabras claves: Medidor de capacitancia, pastizal, materia seca.

Key words: Capacitance meter reading, pasture, dry matter.

Introducción

La disponibilidad de métodos de estimación de masa de forraje, confiables y de fácil aplicación es un requisito para la elaboración de prácticas apropiadas de manejo de pasturas (Haydock y Shaw, 1975; Fulkerson y Slack, 1993). La calidad de la información dependerá de lo estrecha y poco variable que sea la relación entre la cantidad de forraje en la pastura y la medida realizada.

Vickery, Bennett y Nicol (1980) utilizaron distintos modelos para calibrar un medidor de capacitancia, con desvíos estándares de los residuales que variaron entre 330.3 y 385.6 kg ha⁻¹, valor similar al encontrado por Fulkerson y Slack (1993) (317 kg ha⁻¹); por su parte, el coeficiente de determinación varió entre 83.1 % y 86.6 %. Moreno y Méndez (1992) no encontraron un único modelo para distintas condiciones de pasturas de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*. El desvío estándar de los residuales fue de 944 kg ha⁻¹ con un coeficiente de determinación de 55.5 %. Siempre que la relación entre la medida realizada y la cantidad de forraje varíe con la estación del año, tipo o estado de la pastura u otra condición, será necesaria la calibración del equipo como lo sugiere García (1995).

El presente trabajo tiene como objetivo construir una o más ecuaciones de calibración para un medidor de capacitancia (Alistair George Pasture Gauge), con el fin de utilizarlo en Uruguay.

Materiales y métodos

Se recabó información de cuatro pasturas en las distintas estaciones del año. Una cobertura de campo natural, una pastura sembrada de 2° y otra de 4° año fueron evaluadas en verano, otoño, invierno y primavera, mientras que un verdeo invernal fue evaluado en otoño e invierno de 1996. Una descripción de las pasturas y de la metodología utilizada en las mediciones se encuentra en Burgueño y Avendaño (1996), Burgueño (1996, 1997a y 1997b).

Para la calibración se consideró un modelo de regresión lineal simple. Se analizó la dispersión de las observaciones, la distribución de los residuales, el desvío estándar del error y el error de predicción. Se probaron las hipótesis de igualdad de modelos para estaciones y para pasturas a través de la comparación de modelos completos y reducidos.

¹ Este trabajo es parcialmente financiado por PROVA. Participan los Ing. Agr. Miguel Lázaro, (CREA Por Si Acaso), Rosario Pérez (Grupo Cardal), Silvia Bertón, Edmundo Perdomo, Alejandro Urchipía (Asesores CREA), Santiago Avendaño y Daniel Garín (Área de Producción Animal, Facultad de Agronomía)

Resultados y discusión

La correlación de los modelos varió entre 0.10 (pastura de 4° año en otoño) y 0.91 (verdeo en invierno), mientras que el desvío estándar del error varió entre 166 y 588 kg ha⁻¹ (verdeo en invierno y pastura de 2° año en primavera). El error de predicción, medido como la mitad de la amplitud del intervalo de confianza para la media, promedio de las observaciones, estuvo siempre por debajo de 200 kgha⁻¹ y en 8 de las 14 situaciones por debajo de los 100 kgha⁻¹. Los coeficientes de regresión resultaron similares e inferiores a los hallados en la literatura. García (1995) encontró coeficientes de 0.119 y 0.198; Tavella un coeficiente de 0.15; Moreno y Méndez (1992) un coeficiente de regresión de 0.157 y Vickery un coeficiente de 0.1745.

Se probó la existencia de un único modelo para todas las situaciones, así como uno para cada estación y uno para cada pastura. En los tres casos la hipótesis fue rechazada ($P = .0001$). La pastura, así como su estado en cada estación del año afecta de forma diferente las lecturas de capacitancia. Se encontraron tres modelos que resumen a otros tantos modelos. La pastura de 2° año tuvo un mismo modelo para invierno y verano ($P = .1762$); la cobertura en verano y otoño y la pastura de 4° año en verano presentaron un mismo modelo ($P = .8429$); finalmente, en invierno, la pastura de 4° año, el verdeo y la cobertura presentaron modelos similares ($P = .1896$) (cuadro 1).

Cuadro 1. Ecuaciones de calibración entre materia seca (kg ha⁻¹) y lectura de capacitancia (modo 5) por estación del año y pastura.

Estación	Pastura	n	b ₀	b ₁	b ₀	b ₁
Invierno	2° año	92	-811	0.1303	-1000	0.1424
Verano	2° año	99	-1193	0.1529		
Verano	cobertura	72	-1085	0.1305		
Verano	4° año	100	-456	0.0941	-638	0.1020
Otoño	cobertura	79	-608	0.1023		
Invierno	cobertura	49	-84	0.0519		
Invierno	4° año	98	-337	0.0692	-290	0.0658
Invierno	verdeo	47	-401	0.0698		
Otoño	2° año	96	48	0.0574		
Primavera	4° año	97	88	0.0635		
Otoño	verdeo	67	4	0.0826		
Otoño	4° año	97	-816	0.1033		
Primavera	cobertura	74	-275	0.1232		
Primavera	2° año	96	-1406	0.1927		

Todos los modelos fueron significativos ($P < .001$)

Las variaciones encontradas para las distintas situaciones señalan el efecto que tiene el tipo de pastura y la estación del año sobre las medidas del capacitómetro. El efecto de las estaciones esta relacionado a la disponibilidad de forraje en la pastura así como al estado fenológico y la distribución vertical de la MS.

Se estimó un modelo general para todas las observaciones: $MS = -820 + 0.121 * Lect.$; $n = 1163$; $r = 0.7201$; $error = 508 \text{ kg ha}^{-1}$; $error \text{ de predicción} = 40 \text{ kg ha}^{-1}$. Con este modelo, se estimó la media de MS para cada una de las situaciones en pre y post pastoreo. Los resultados obtenidos son aceptables para condiciones de pasturas con menos de 1500 kg ha⁻¹ de MS (cuadro 2). Con más de 1500 kg ha⁻¹ las estimaciones son inferiores al valor obtenido por corte. A pesar de los distintos modelos encontrados, una ecuación general puede resultar adecuada; de las 27 condiciones estudiadas, en 17 la diferencia media de estimaciones fue menor a los 200 kg ha⁻¹.

Con alta disponibilidad de forraje el equipo deja de medir y esto explica las subestimaciones encontradas. Esta deficiencia se ve agravada por la estructura de las pasturas consideradas cuando tienen altas disponibilidades, ya que éstas acumulan un alto porcentaje de la materia seca en tallos con bajo contenido de humedad y por encima de los 40 cm (altura máxima de lectura).

Cuadro 2. Media de MS (kg ha^{-1}) estimada por corte y por capacitancia (modo 5, ecuación general) para distintas pasturas y estaciones del año.

Estación	Pastura	Pre pastoreo		Postpastoreo	
		Corte	capacitancia	Corte	capacitancia
Verano	Cobertura	1075	1229	568	699
	2° año	1738	1451	607	653
	4° año	1283	1419	701	897
	Verdeo	1236	1242	509	570
Otoño	Cobertura	1290	1683	774	810
	2° año	1407	1625	507	888
	4° año	1939	1151	1021	932
	Verdeo	581	727		
Invierno	Cobertura	1038	958	764	621
	2° año	882	1239	532	780
	4° año	1160	1883	478	699
Primavera	Cobertura	3066	2355	1780	1300
	2° año	2659	1621	1187	884
	4° año	1377	1442	1027	1234

Conclusiones

Un modelo de regresión lineal simple resultó adecuado para las condiciones de las pasturas consideradas. Si bien se encontraron diferencias significativas para los modelos de las distintas condiciones, una ecuación general da estimaciones promedio consideradas adecuadas.

Literatura citada

- Burgueño, J. A. 1996. Evaluación de un medidor de materia seca de forraje por capacitancia. II. Análisis de los modos disponibles en el equipo. (Verano). En: Memorias del Primer Congreso Uruguayo de Producción Animal. 2 al 4 de octubre. pp. 279-281.
- Burgueño, J. A., S. Avendaño, D. Garín. 1996. Evaluación de un medidor de materia seca de forraje por capacitancia. III. Análisis de los modos disponibles en el equipo. (Otoño). En: Memorias del Primer Congreso Uruguayo de Producción Animal. 2 al 4 de octubre. pp. 282-284.
- Burgueño, J. 1997a. Evaluación de un medidor de materia seca de forraje por capacitancia. I. Análisis de los modos disponibles en el equipo. (Invierno). En: XV Congreso Latinoamericano de Producción Animal. Noviembre. Maracaibo, Venezuela.
- Burgueño, J. 1997b. Evaluación de un medidor de materia seca de forraje por capacitancia. II. Análisis de los modos disponibles en el equipo. (Primavera). En: XV Congreso Latinoamericano de Producción Animal. Noviembre. Maracaibo, Venezuela.
- Fulkerson, W. J. and K. Slack. 1993. Estimating mass of temperate and tropical pastures in the subtropics. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 33(7): 865-869.
- García, J. A. 1995. Estructura del tapiz de praderas. INIA. Serie Técnica 66. Uruguay. 10 p.
- Haydock, K. P. and N. H. Shaw. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15:663-670.
- Moreno, M. T. y L. R. Méndez. 1992. Evaluación de un medidor de capacitancia y el método rango de peso seco en determinaciones de masa de forraje y composición botánica en praderas. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. 56 p.
- Vickery, P. J., I. L. Bennett and G. R. Nicol. 1980. An improved electronic capacitance meter for estimating herbage mass. *Grass and Forage Science*. V.35:247-252.