

**VALIDACION DEL METODO BOTANAL EN UNA PASTURA
DE *Phalaris aquatica* Y *Trifolium subterraneum*.
III. ESTIMACION Y VALIDACION DE LOS MULTIPLICADORES¹**

**Validation of the Botanal method in a *Phalaris aquatica*
and *Trifolium subterraneum* pasture.
III. Estimation and validation of multipliers**

**Alberto Mansilla M.², Mario Silva G.²,
Fernando Squella N.³ y Carolina Márquez G.⁴**

S U M M A R Y

The multipliers used in the dry weight rank method for botanical composition estimations, were calculated and evaluated for a *Phalaris aquatica* (hardinggrass) and *Trifolium subterraneum* (subclover) pasture, in the subhumid Mediterranean dryland of Chile.

The multipliers calculated defer in 6.7 points for rank 1, 7.8 points for rank 2 and 1.1 points for rank 3. The discrepancies between rank groups did not produce important changes in botanical composition, verifying that the bibliographical multipliers produce a subestimation of 6.0% for *Trifolium subterraneum* and an overestimation of 3.0% for *Phalaris aquatica*.

INTRODUCCION

En el análisis de los sistemas de producción animal, un punto importante lo constituye la estimación de los recursos forrajeros con que se cuenta en un momento dado. Esta estimación es compleja y de alto costo, dado el tamaño de las superficies a evaluar y la variabilidad de situaciones que pueden presentarse (Silva y otros, 1985; Tothill, Hargreaves y Jones, 1978). la metodología de evaluación denominada Botanal (Haydock y Shaw, 1975; T'Mannetje y Haydock, 1963; Tothill y otros, 1978 y Soto y Teuber, 1982) ha mostrado ser rápida y expedita en la estimación de la disponibilidad y composición botánica de una pradera, además de no ser destructiva, cualidades que la hacen económica y práctica para su uso, tanto en investigación como en decisiones de producción propiamente tal.

Dentro del método Botanal, la composición botánica se estima ponderando la frecuencia de las tres principales especies encontradas en el muestreo, con multiplicadores empíricos dados por la literatura (T'Mannetje y Haydock, 1963). Dado que no hay fundamentación teórica que avale el uso de los valores de esos coeficientes en condiciones distintas a su origen, se hace necesaria su estimación cada vez que se use el método, a fin de verificar su estabilidad o eventualmente plantear nuevos valores, si fuese necesario.

Esta estimación fue hecha en un estudio de una pradera de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata* (Mansilla y otros, 1985), concluyéndose que los multiplicadores dados por la literatura no difieren esencialmente de los calculados, ya que subestiman en 14 y 4%, respectivamente, la contribución de las especies señaladas. Sin embargo, falta validar los multiplicadores en presencia de otras especies y a través de las diferentes etapas fenológicas que ellas presentan.

El objetivo de este trabajo fue determinar el valor de los multiplicadores en una pradera de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum* y validar su grado de ajuste con los multiplicadores dados por la literatura.

¹Recepción de originales: 30 de noviembre de 1988.

Parte de la tesis presentada por Carolina Márquez G., para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Católica de Valparaíso.

Presentada a la X Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Valparaíso, Chile, 1985.

²Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

³Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

⁴Pericles 1213, Depto. 203, Santiago, Chile.

MATERIALES Y METODOS

La descripción del ensayo, incluyendo los muestreos efectuados y los detalles de la metodología empleada para estimar la disponibilidad y composición botánica de la pradera, se encuentra en las dos primeras partes de esta serie de trabajos (Squella y otros, 1990a y b).

Estimación de los multiplicadores

El método Botanal permite calcular en forma indirecta el porcentaje relativo de participación de cada especie presente (i) a través de la siguiente ecuación:

$$\% Spi = \lambda_1 pi_1 + \lambda_2 pi_2 + \lambda_3 pi_3 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

% Spi = porcentaje de aporte en materia seca de la i-ésima especie.

pij = proporción de todos los cuadrantes en que la i-ésima especie obtuvo del j-ésimo rango.

i = 1,.....n; j = 1,.....3

λ_j = factores de ponderación o multiplicadores.

Esta fórmula se aplica disponiendo de la información de presencia de cada especie en los distintos rangos, pij, y un conjunto de multiplicadores dados. La variable respuesta obtenida es el porcentaje de aporte de la i-ésima especie, % Spi.

El problema de estimar los multiplicadores consiste en usar la ecuación 1, considerando los multiplicadores, λ_j , ahora como incógnitas y usando los valores conocidos de pij y % Spi; estos últimos obtenidos en la estimación de la composición botánica por el método de separación manual.

Como para cada especie se tiene una ecuación análoga a la ecuación 1, con tres incógnitas, se forma un sistema de n ecuaciones, sujeto a la siguiente restricción: $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$.

Este sistema se resolvió por mínimos cuadrados, usando el programa computacional MINITAB. Se calcularon primero los coeficientes por cada muestreo por separado; luego estos muestreos se agruparon por períodos; finalmente se calcularon los coeficientes para el conjunto de los nueve muestreos.

Validación de los multiplicadores

Con los valores obtenidos del proceso anterior y los dados por T'Mannetje y Haydock (1963), denominados multiplicadores de literatura o bibliográficos, se calculó la composición botánica de *P. aquatica* y *T. subterraneum*, utilizando el programa Botanal (Mansilla, Silva y Squella, 1985). Posteriormente, con estos valores se realizó, para cada especie separadamente, la regresión de la composición botánica con el uso de los multiplicadores bibliográficos sobre la composición botánica con el uso de los multiplicadores calculados.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de este trabajo se hará en dos partes: a) los valores de los estimadores obtenidos y b) su efecto en la composición botánica calculada con el método Botanal.

Valores de los estimadores

En el Cuadro 1, se muestra los multiplicadores obtenidos en base a las especies que ocuparon los tres primeros rangos en el proceso de separación manual, agrupados por épocas de muestreo.

Puede notarse, en primer término, que en todos los casos los coeficientes de determinación (R^2) son muy altos lo que indica que los multiplicadores fueron estimados en forma precisa, con la información disponible.

Los valores de los multiplicadores varían fuertemente entre muestreos. Así, en la época de mínimo crecimiento (muestreos 1 a 3), λ_1 se aparta hasta un -20% del valor de literatura (70,2), λ_2 sobrestima hasta en un 48% el valor de literatura (21,1) y λ_3 llega a sobrepasar el valor de literatura (8,7) en un 98%.

Al tomar en conjunto los tres muestreos de dicha época de crecimiento, los valores son más cercanos a los de la literatura, aunque λ_1 está subestimado a expensas de λ_2 , que aparece sensiblemente mayor (30%).

En los períodos de máximo crecimiento y latencia estival (muestreos 4 al 9) las estimaciones estuvieron muy alejadas de los valores deseados, tomando λ_2 y λ_3 valores nulos en algunos casos.

CUADRO 1. Multiplicadores obtenidos en base a las especies que ocuparon los tres primeros rangos en el proceso de separación manual
TABLE 1. Multipliers obtained through the hand separation method, for the species ranked in the three first places

Epoca de muestreo	Muestreo	Multiplicadores			Coeficiente de determinación
		1	2	3	
Mínimo crecimiento	1	68,5	28,4	3,1	0,99
	2	56,2	26,6	17,2	0,97
	3	61,7	31,2	7,1	0,99
	1, 2 y 3	61,3	27,5	9,4	0,98
Máximo crecimiento	4	98,9	0,0	0,0	0,99
	5	64,7	0,0	0,0	0,94
	6	66,7	30,7	2,6	0,99
	4, 5 y 6	68,7	25,1	6,2	0,99
Latencia estival	7	100,0	0,0	0,0	0,94
	8	78,1	16,6	5,3	0,99
	9	67,4	37,0	0,0	0,99
	7, 8 y 9	56,8	34,5	8,7	0,95
Todos los muestreos	1 a 9	63,5	28,9	7,6	0,98
Multiplicadores de la literatura		70,2	21,1	8,7	-

Muestreos 1, 4 y 7 = pastoreo con bovinos.
 Muestreos 2, 5 y 8 = pastoreo con ovinos.
 Muestreos 3, 6 y 9 = rezago.

Esta situación puede deberse al efecto de muestras pequeñas, que dan estimaciones erráticas. De acuerdo a lo expuesto por López y otros (1982) y T'Mannetje y Haydock (1963), los coeficientes por ellos calculados fueron obtenidos de un grupo amplio de observaciones, lo que no sucede en este caso, al tomar cada muestreo separadamente.

Los valores obtenidos al agrupar los muestreos de cada época son más consistentes, aunque λ_1 sistemáticamente queda bajo el valor 70,2 y λ_2 sobrepasa siempre el valor 21,1.

Cada uno de estos grupos de multiplicadores tienen bastante similitud con los valores obtenidos por López y otros (1982), con la diferencia que en el presente estudio, estos valores se calcularon en base a la separación manual de todas las especies existentes en la muestra y que ocuparon rango; en cambio los citados autores hicieron sus cálculos en base a la separación manual de las especies que aparecían más abundantes en las muestras.

Al hacer un análisis entre épocas de muestreo, no se observa una influencia clara de este factor en el

valor de los multiplicadores, sino más bien se confirma que la variación se debe fundamentalmente al tamaño reducido de las muestras.

Cabe considerar que el método Botanal se construyó suponiendo una pradera multiespecífica, mientras que la pradera objeto de este estudio es esencialmente biespecífica; esto explica la alta variabilidad del tercer multiplicador, a través de los muestreos. Este parámetro en muchos casos fue nulo o tomó valores desusadamente altos (aparición de malezas) con el consiguiente ajuste de los otros dos multiplicadores. Cuando se considera el agrupamiento de todos los muestreos, λ_1 está 10% bajo el valor de literatura, λ_2 está un 37% sobre el valor correspondiente y λ_3 resulta subestimado en un 13%. Así, el segundo coeficiente crece a expensas de los otros dos y la concordancia entre estos valores y los dados por T'Mannetje y Haydock (1963) es débil, sugiriendo que estos últimos estimadores deberían usarse con precaución cuando las condiciones de la pradera sean diferentes de las supuestas originalmente.

Comparación de los multiplicadores en la estimación de la composición botánica

El Cuadro 2 muestra las estimaciones de composición botánica para *P. aquatica* y *T. subterraneum*, en cada uno de los nueve muestreos efectuados, usando los multiplicadores de la bibliografía, los estimados en este trabajo y el valor real obtenido por separación manual. Puede advertirse que, a

No resulta extraña, por otra parte, la concordancia lograda entre los valores de composición botánica obtenidos por separación manual y mediante los multiplicadores estimados, ya que estos últimos se calcularon justamente en base a los primeros y como se vio en el Cuadro 1, los coeficientes de determinación fueron muy cercanos al 100%.

CUADRO 2. Valores de composición botánica (%) obtenidos por el método del rango de peso seco con los multiplicadores estimados, los de la bibliografía y por separación manual para *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*

TABLE 2. Values of botanical composition for *Phalaris aquatica* and *Trifolium subterraneum* (%) obtained by the dry weight rank method with estimated, bibliographic multipliers and manual separation

Especie	Epoca de Muestreo (%)								
	Mínimo crecimiento			Máximo crecimiento			Latencia estival		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Multiplicadores									
<i>Phalaris aquatica</i>									
Estimados	56,1	51,6	57,4	46,1	33,0	44,6	45,6	44,2	40,2
Bibliográficos	62,0	54,9	62,3	46,1	32,3	43,2	46,1	41,0	38,0
Separación Manual	59,9	44,2	56,6	39,7	26,7	46,9	36,3	41,1	44,0
<i>Trifolium subterraneum</i>									
Estimados	5,5	28,3	3,5	6,3	19,3	0,0	2,1	0,0	1,3
Bibliográficos	5,7	24,4	4,0	5,6	20,9	0,0	2,0	0,0	1,5
Separación Manual	3,6	22,8	3,6	4,1	18,7	0,1	2,2	0,2	0,3

Muestreos 1, 4 y 7 = pastoreo con bovinos.

Muestreos 2, 5 y 8 = pastoreo con ovinos.

Muestreos 3, 6 y 9 = rezago.

pesar de las discrepancias existentes entre los multiplicadores discutidos en el punto anterior, las estimaciones de composición botánica son similares en todos los casos. Los cambios en composición botánica que se producen entre épocas son marcados, pero en todos ellos ambas estimaciones van siguiendo el mismo comportamiento. La discrepancia promedio alcanza al 8%, en el caso de la primera especie y al 4,5%, en la segunda.

Resulta sorprendente que los valores de composición botánica obtenidos con los multiplicadores de literatura no difieren demasiado de los valores reales, a pesar de lo discutido en el punto anterior. Esto puede ser atribuido a la bondad del método Botanal, en el sentido que los resultados que se logran son consistentes, independientes un tanto del valor preciso de los multiplicadores que, matemáticamente, cambian de un ensayo a otro.

Las figuras 1 y 2 muestran las regresiones del porcentaje de composición botánica con los multiplicadores de la bibliografía sobre la misma variable obtenida con los multiplicadores estimados para *P. aquatica* y *T. subterraneum*, respectivamente. Se eligió para el gráfico la ecuación de la recta que pasa por el origen, ya que el coeficiente de intercepción no resultó significativo ($P \geq 0,05$), en ningún caso.

En los dos gráficos, tanto los puntos observados como las rectas ajustadas están muy cerca de la diagonal, que muestra la perfecta igualdad entre ambas variables ($y = x$). En el caso de la primera especie (Figura 1), la ecuación resultante indica que los multiplicadores de la bibliografía sobrestiman en un 3% la composición botánica. Al contrario, en la segunda especie (Figura 2), estos multiplicadores producen una subestimación del 6% en

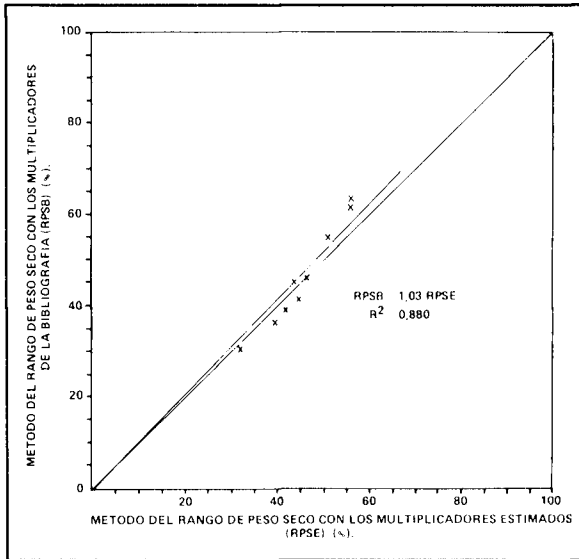


FIGURA 1. Recta de regresión entre la contribución de *Phalaris aquatica* obtenida por el método del rango de peso seco con los multiplicadores de la bibliografía (RPSB) y por el mismo método con los multiplicadores estimados (RPSE).

FIGURE 1. Straight regression between contribution of *Phalaris aquatica* obtained by dry weight rank method with bibliographic and estimated multipliers.

la composición botánica. Ambos valores son muy bajos y menores que la variación que se produce habitualmente por muestreo. En un trabajo similar, Mansilla y otros (1985) mostraron que en *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata* se producen subestimaciones del 14 y 4%, respectivamente.

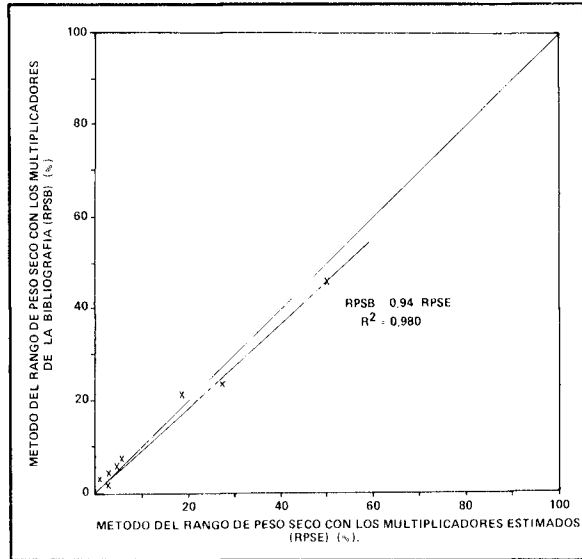


FIGURA 2. Recta de regresión entre la contribución de *Trifolium subterraneum* obtenida por el método de rango de peso seco con los multiplicadores de la bibliografía (RPSB) y por el mismo método con los multiplicadores estimados (RPSE).

FIGURE 2. Straight regression between contribution of *Trifolium subterraneum* obtained by dry weight rank method with bibliographic and estimated multipliers.

En conjunto, estos resultados muestran que el método del rango de peso seco es estable o robusto respecto al valor de los multiplicadores, en el sentido que los resultados que se logran en la composición botánica se mantienen cerca del valor verdadero, a pesar de los cambios de valores producidos en los multiplicadores.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por finalidad calcular y evaluar los multiplicadores que se aplican en el método del rango de peso seco para la estimación de la composición botánica de una pradera sembrada a base de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*, en el secano Mediterráneo de Chile.

Los multiplicadores calculados difieren en 6,7 puntos, para el rango 1, en 7,8 puntos, para el rango 2, y 1,1 puntos, para el rango 3. A pesar de estas discrepancias, su aplicación a la composición botánica de la pradera no produce grandes variaciones, comprobándose que los multiplicadores bibliográficos producen una subestimación del 6% en *T. subterraneum* y una sobrestimación del 3%, en el caso de *P. aquatica*.

LITERATURA CITADA

- HAYDOCK, K.P. and SHAW, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15 (6): 663-670.
- LOPEZ, T., MARTIN, B., MORENO, V., MARTIN, J., GARCIA, M. y GONZALEZ, J. 1982. El método de los rangos en la composición botánica de los pastos de dehesa. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (España). Serie Agrícola* Nº 18: 19-28.
- MANSILLA, ALBERTO, SILVA, MARIO, SQUELLA, FERNANDO, HOLLSTEIN, JUAN y WERNLI, CLAUDIO. 1985. Evaluación del método Botanal en una pradera de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*. III. Estimación y validación de los multiplicadores. *Avances en Producción Animal* 10 (1 y 2): 35-41.
- MANSILLA, ALBERTO, SILVA, MARIO y SQUELLA, FERNANDO. 1985. Evaluación del método Botanal en una pradera de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*. V. Programa de cálculo y su uso. *Avances en Producción Animal* 10 (1 y 2): 55-58.
- SILVA, MARIO, SQUELLA, FERNANDO, HOLLSTEIN, JUAN, WERNLI, CLAUDIO y MANSILLA, ALBERTO. 1985. Evaluación del método Botanal en una pradera de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*. II. Evaluación de la composición botánica. *Avances en Producción Animal* 10 (1 y 2): 27-34.
- SQUELLA, FERNANDO, MARQUEZ, CAROLINA, SILVA, MARIO y MANSILLA, ALBERTO. 1990a. Validación del método Botanal en una pastura de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*. I. Evaluación del método del rendimiento comparativo en la estimación de la disponibilidad de la materia seca. *Agricultura Técnica (Chile)* 50 (3): 200-207.
- SQUELLA, FERNANDO, MARQUEZ, CAROLINA, SILVA, MARIO y MANSILLA, ALBERTO. 1990b. Validación del método Botanal en una pastura de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*. II. Evaluación del método del rango de peso seco en la estimación de la composición botánica. *Agricultura Técnica (Chile)* 50 (3): 208-215.
- SOTO, PATRICIO y TEUBER, NOLBERTO. 1982. Evaluación de la disponibilidad de forraje bajo pastoreo. En: Soto, P. (ed.) 1982. Seminario de metodología de evaluación de praderas. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. p.: 131-147.
- T'MANNETJE, L. y HAYDOCK, K.P. 1963. The dry-weight-Rank Method for the botanical analysis of pasture. *Journal British Grassland Society* 18 (4): 268-275.
- TOTHILL, J.C., HARGREAVES, J.N.G. and JONES, R.M. 1978. Botanal a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. CSIRO, Australia. Division of Tropical Crops and Pastures. Tropical Agronomy Technical Memorandum Nº 8: 1-20.