

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA MEDIR LA SUPERFICIE FOLIAR EN BASE AL LARGO Y ANCHO DE LA LÁMINA, EN CUATRO LEGUMINOSAS FORRAJERAS¹

Correction factors to measure leaf area based on length and width of lamina in four forage legumes

Ignacio Ruiz N.²

S U M M A R Y

Using as a reference an electronic planimeter, the correction factors were calculate to measure the surface of lamina (S) in terms of its length (L) and maximum width (W) of 4 forage legumes used in Chile. The values found were the following:

Red clover : $S = 0,764 (L \times W)$
Lucerne : $S = 0,778 (L \times W)$
White clover : $S = 0,780 (L \times W)$
Berseem clover : $S = 0,797 (L \times W)$

No significant difference was found among the last three coefficients; then it could be used only one general index, average of those (0.785).

Even when the method $L \times W$ was slower than the electronic, it is an easy and very unexpensive method. Under many circumstances the speed of measurement is satisfactory if the work is based in samples instead of large amounts of leaves.

Key words: forage legumes, leaf area, leaf, methods, measurement, electronic planimeter.

INTRODUCCIÓN

En los estudios sobre plantas forrajeras, hay situaciones en que se hace necesaria la determinación de la superficie de la lámina de la hoja. Para ello pueden usarse diversos instrumentos. Algunos son precisos pero lentos, como el planímetro; otros son rápidos pero caros, como es el caso de medidores electrónicos que cuestan aproximadamente 7 a 9 mil dólares americanos.

Un método fácil y relativamente rápido es aquel que se basa en el ancho y largo de la lámina; obviamente es necesario determinar, previamente, un factor de corrección válido para cada especie. Para calcular dicho factor debe tenerse como referencia un método exacto.

De acuerdo a lo antes expuesto, se realizó el presente estudio que tuvo como objetivo determinar el factor de corrección para medir la superficie laminar, en base a su largo y ancho, de cuatro leguminosas forrajeras que se utilizan en Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental La Platina (INIA), durante el otoño de 1991, incluyéndose las siguientes leguminosas forrajeras: alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Pierce, trébol rosado (*Trifolium pratense* L.) var. Quiñequeli; trébol blanco (*Trifolium repens* L.) tipo Ladino, variedad no precisada y trébol alejandrino (*Trifolium alexandrinum* L.) var. Corriente de la Región Metropolitana.

En praderas existentes en el lugar, se eligieron al azar 100 plantas de cada una de las especies mencionadas. A su vez, de cada planta se eligió una hoja que reuniera las siguientes características: estar totalmente abierta (estado 1,0 en la escala de Carlson,

¹Recepción de originales: 12 de mayo de 1993.

El autor agradece al Sr. Luis Barrales V., por el procesamiento del análisis estadístico.

²Centro Regional de Investigación La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

1966), intacta y de color verde. De cada hoja se seleccionó, también al azar, uno de sus folíolos; no se usó sólo el folíolo central, como hacen algunos autores, porque se apreció cierta diferencia de tamaño entre los 3 folíolos.

La superficie de los folíolos se midió usando los dos métodos siguientes: 1. Largo (L) por ancho máximo (A) y 2. Medidor electrónico.

Para medir el largo y ancho se usó una reglilla graduada en milímetros. El medidor electrónico correspondió al modelo LI 3000A + LI 3050A, de la marca LI-CORP.

Los 100 folíolos se agruparon en 10 lotes de 10. Una vez medido el largo y ancho de cada uno de los diez folíolos, éstos se colocaron, como grupo, en un plástico transparente, el cual se pasó por el medidor; es decir, la lectura del medidor correspondió al total del grupo. El hecho de no hacerlo con folíolos individuales sino en lotes, tuvo como motivo el disminuir al máximo el error que, a veces, se produce cuando el sensor registra el paso de manchas en la correa transportadora o de cualquier material extraño adherido a ella. En consecuencia, una pareja de datos correspondió por un lado, a la lectura obtenida con el medidor electrónico y por otra parte, a la suma de las 10 cifras obtenidas al multiplicar el ancho por el largo de cada folíolo.

Para obtener el factor de ajuste de cada especie, los 10 pares de datos de cada cual fueron sometidos a un análisis de regresión lineal sin intercepto, siguiendo las indicaciones de SAS (Freund, Littell y Spector, 1986), donde la variable independiente pasa a ser $\Sigma (L \times A)$. Además se completó un análisis adicional para comparar los cuatro coeficientes (Steel y Torrie, 1960).

Se computó el tiempo que demoró, tanto la toma de datos, así como el cálculo de la información al usar el método de largo por ancho; se consideró el caso en que participaba una persona en todo el proceso, o cuando se tenía un colaborador para registrar la información dictada por el primero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, aparecen indicados los coeficientes para las cuatro especies evaluadas. En general, sus valores se aproximan bastante al factor para medir la superficie de una elipse y que es 0,785.

En la comparación de los factores, se determinó diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre los dos valores extremos (trébol rosado vs. trébol alejandrino).

CUADRO 1. Relaciones para calcular la superficie de las hojas (S) en base al largo (L) y al ancho máximo (A) de la lámina

TABLE 1. Relationships to calculate leaf area (S) based on the length (L) and maximum width (A) of the lamina

Trébol rosado	: $S = 0,764 (L \times A)$; $r^2 = 0,9994^{**}$
Alfalfa	: $S = 0,778 (L \times A)$; $r^2 = 0,9995^{**}$
Trébol blanco	: $S = 0,780 (L \times A)$; $r^2 = 0,9996^{**}$
Trébol alejandrino	: $S = 0,797 (L \times A)$; $r^2 = 0,9995^{**}$

**Significativo al 1%.

Sin embargo, no existió diferencia significativa entre los extremos siguientes (alfalfa vs. trébol alejandrino). Ello estaría indicando que podría usarse un valor promedio (igual a 0,785) para las tres leguminosas que no sean trébol rosado. Si bien una cifra promedio no es totalmente exacta, implica facilidad en el sentido de que es más simple recordar una cifra que varias.

En la revisión de literatura hecha sobre el tema, ha resultado escasa la información encontrada sobre factores para medir la superficie de hojas en base al largo y ancho de su lámina. Para alfalfa, Barnes *et al.* (1969), determinaron un factor de 0,71, usando, como referencia, réplicas de folíolos tanto abiertos como cerrados. Carlson (1966), determinó, para trébol blanco Ladino, la siguiente ecuación: $S = 0,12 + 0,74 (L \times A)$, donde S = superficie laminar (cerrada o abierta), L = largo y A = ancho del folíolo; como método de referencia se usó el de impresión del folíolo. Llama la atención, en este caso, el uso de una regresión con intercepto, lo cual en hojas pequeñas, puede implicar cierto margen de error en los resultados. Cabría destacar que, en ambas evaluaciones mencionadas, los métodos usados como referencia parecen ser menos precisos que el electrónico usado en el trabajo que se informa.

En cuanto a rapidez (Cuadro 2), es obvio que el método electrónico es superior, especialmente si los folíolos no se colocan en lotes sino en forma continuada a medida que gira la correa transportadora. En este último caso, al comparar el trabajo hecho por una sola persona, el método electrónico fue casi siete veces más rápido que el basado en la medición del largo y ancho.

En el método electrónico prácticamente no es necesario que participe más de una persona en la medición misma ya que la información va quedando registrada en la consola del equipo, no necesitándose ningún cálculo adicional. En el método donde se mide el largo y ancho de la lámina, la medición

puede hacerse más rápida (aproximadamente 75% mayor) al participar dos personas, donde una de ellas dicta los datos y la otra anota.

La diferencia se hace mayor en contra del método L x A si se incluye el cálculo de la superficie, aplicando el factor de corrección ya conocido. En tal situación, este método demoró aproximadamente 17 veces más que el electrónico, cuando se usó una calculadora del tipo más elemental que existe. Como es de suponer, el proceso del cálculo puede accele-

CUADRO 2. Velocidad de medición y cálculo en ambos métodos

TABLE 2. Speed of measurement and calculation in both methods

	Método L x A		Método electrónico 1 persona	
	1 per- sona	2 per- sonas ¹	Grupo de 10 folíolos	
			folíolos	Continuo
Folíolos medidos por hora	270	474	684	1.758
Medición y cálculo; folíolos/hora ²	105	-	684	1.758

¹En este caso la segunda persona sólo colaboró en anotar las medidas del largo y ancho de los folíolos.

²Para el cálculo se usó una calculadora del tipo elemental, comprobándose, una vez, toda la operación.

rarse al usar una registradora de datos y un proceso de computación más automatizado.

Dejando aparte la computación de los datos, cabe preguntarse cuán satisfactoria es la velocidad en la medición del método de L x A. Sin duda dependerá del tipo de trabajo. Para grandes cantidades de hojas puede ser un tanto lento, pero si la idea es sólo tomar muestras de hojas, aún el rendimiento de una persona en una hora es bastante adecuado; según la experiencia del autor, muestras mayores a 100 folíolos difícilmente parecen justificarse, ya que, normalmente, las muestras se usan para conocer el peso específico de la hoja (peso de m.s./superficie laminar) o el valor inverso, y con ello se calcula la superficie total por planta o área de suelo, al aplicarse aquel valor al total de peso seco de las láminas.

Finalmente, cabe recordar que, sin bien un medidor electrónico tiene aspectos favorables, presenta el inconveniente de su alto precio (alrededor de US\$ 9.400, según información entregada por IVENS y Cia. Ltda., Chile, en 1992, para el modelo usado en este trabajo). En cambio, para medir el ancho y largo de la lámina sólo se necesita una reglilla, de ínfimo costo (alrededor de un dólar). Además, en algunas situaciones, puede ocurrir que interese no desprender las hojas de la planta, en cuyo caso el método de la "reglilla" es el único que se puede usar. También, cabe recordar que el equipo electrónico no se puede trasladar al campo, lo cual implica necesariamente el llevar muestras de láminas al laboratorio donde está instalado el instrumento. Tratándose de gran número de parcelas, no es muy práctico llevar muestras del campo al laboratorio.

RESUMEN

Usando como referencia un medidor electrónico, se calculó el factor de corrección para medir la superficie laminar (S) en base a su largo (L) y ancho máximo (A), de cuatro leguminosas forrajeras usadas en Chile. Los valores encontrados fueron los siguientes:

Trébol rosado : S = 0,764 (L x A)
 Alfalfa : S = 0,778 (L x A)
 Trébol blanco : S = 0,780 (L x A)
 Trébol alejandrino: S = 0,797 (L x A)

Los últimos tres coeficientes no tienen diferencia significativa ($P \geq 0,05$), entre ellos, por lo cual podría utilizarse un índice común, promedio de ellos (0,785).

Aun cuando el método de L x A resultó más lento que el electrónico, es fácil y de bajo costo. Se considera que la velocidad de medición es satisfactoria si se trabaja en base a muestras en vez de grandes cantidades de hojas.

Palabras claves: leguminosas forrajeras, superficie foliar, hojas, métodos, medición, planímetro electrónico.

LITERATURA CITADA

BARNES, D.K.; PEARCE, R.B.; CARLSON, G.E.; HART, R.H. and HANSON, C.H. 1969. Specific leaf weight differences in alfalfa associated with variety and plant age. *Crop Sci.* 9: 421-423.

CARLSON, G.E. 1966. Growth of clover leaves-developmental morphology and parameters at ten stages. *Crop Sci.* 6: 293-294.

FREUND, L.D.; LITTELL, R.C. and SPECTOR, Ph.C. 1986. SAS System for linear models. 1986 edition. Cary NC: SAS Institute Inc. North Carolina, U.S.A. p.: 9-27.

STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company, U.S.A. 481 p.