

(I) Principios y usos de un método de doble muestreo

Enrique A. Moliterno*

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción animal en régimen de pastoreo directo, la productividad animal por cabeza y por hectárea al igual que la productividad y estabilidad del recurso forrajero, dependerán en forma prioritaria de la relación entre la disponibilidad de forraje y la fluctuación de la dotación que ocurra en el sistema productivo en particular.

Una de las principales funciones del Ingeniero Agrónomo en la planificación y ejecución productiva del establecimiento es la de lograr equilibrar el alimento disponible con la necesidad de la dotación manejada, de acuerdo a los niveles productivos que se hayan prefijado. En esta tarea, el profesional se ve enfrentado a tomar decisiones que van desde qué tipo de información sobre performance animal y requerimiento a alimenticios debe considerar, hasta la combinación de alternativas o recursos forrajeros que cumplan con los mismos, pasando por la continua evaluación de cómo están produciendo dichos recursos a lo largo del año. Es este último aspecto en el cual se habrá de centrar esta publicación.

La estimación visual del rendimiento de pasturas no es solamente un recurso técnico para el manejo general de los pastoreos, sino también una forma de ir interpretando, a través de la observación continuada, los cambios que se producen en una pastura a lo largo del año y las implicancias productivas de los mismos.

EL "DOBLE MUESTREO"

En términos generales, los métodos utilizados para medir la cantidad de forraje presente por unidad de superficie (definida como disponibilidad en cualquier momento dado) pueden agruparse en métodos

destrutivos y no destrutivos. Mientras en el primero la cantidad de masa vegetal de la pastura es estimada exclusivamente por corte de un número variable de muestras según el caso, los métodos no destrutivos involucran el corte de un reducido número de muestras cuyas características de rendimiento son luego relacionadas, por comparación visual, a un número elevado de muestras las cuales por lo tanto, no precisan ser cortadas o "destruidas"¹.

El doble muestreo combina ambas técnicas en la estimación de la producción instantánea de una pastura: la primera (o destructiva), que brinda información precisa en forma directa pero es extremadamente demandante en mano de obra, y la segunda (no destructiva) con una precisión menor en cuanto a los datos relevados en forma indirecta, pero notoriamente más rápida de ejecutar con menores recursos.

Este tipo de método, también llamado "indirecto", ha sido desarrollado en varias versiones con el correr de los años, en función de necesidades que han sido descritas como²:

I) reducción del costo de realizar las determinaciones en términos de menores requerimientos de mano de obra, necesidades de equipo y tiempo;

II) la realización de mediciones en áreas grandes (potreros bajo pastoreo) o en sitios remotos en los cuales el muestreo continuado resultaría imposible;

III) el uso en áreas experimentales de reducido tamaño bajo pastoreo, en donde el muestreo destructivo puede llegar a afectar una proporción importante del área en evaluación, y

IV) a una escala mayor y más práctica, proporcionar una guía para la estimación de la masa de forraje en sistemas de producción animal en los cuales la precisión del valor absoluto no es exigible.

En nuestro país han sido evaluados va-

rios métodos sencillos de estimación del rendimiento basados en el principio del doble muestreo³, entre los cuales figuró el de Estimación Visual. Todos resultaron razonablemente confiables, siendo el grado de experiencia del observador un factor directamente relacionado a la precisión de la estimación. Analizando el grado de precisión aceptable en condiciones de pastoreo, este autor menciona resultados de Matches (1966; op. cit.) para quien diferencias en el entorno de $\pm 220 - 280$ kg/ha MS en relación a la media estimada para el forraje disponible fueron razonables para el ajuste de la presión de pastoreo.

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y SU DETERMINACIÓN

Cualquiera sea el método escogido para estimar la disponibilidad de forraje, éste reflejará dos atributos básicos de la pastura: densidad y altura. El mayor rendimiento de forraje/unidad de superficie se obtendrá en áreas donde exista el mayor número de plantas y por lo tanto mayor cobertura de suelo y a su vez tenga una altura mayor que áreas comparables en densidad.

En los muestreos de disponibilidad, la unidad de superficie utilizada para equivaler los rendimientos a kg/ha es variable en tamaño y forma. En la figura 1 se observa una de las formas de las unidades de muestreo, en este caso un cuadrado de 0.5m de lado y cómo, de cambiar la ubicación del mismo en la reducida área de la fotografía, se obtendrían rendimientos diferentes, dados por las variaciones en altura más que por densidad.

Otras formas y áreas pueden utilizarse para muestrear pasturas, y el autor de esta publicación⁴ discute la relación entre área y Nº de muestras a relevar, así como la conveniencia de cortar el forraje contenido en la unidad de muestreo lo más cerca posible a la superficie del suelo.

En cuanto a la altura, su determinación a nivel general o dentro del área de la unidad de muestreo puede realizarse midiendo con una regla desde el nivel del suelo hasta el punto más alto a partir del cual la densidad

* Ing. Agr., Cátedra de pasturas, EEMAC.

1 - Manteffe, L. (1978) Measuring quantity of grassland vegetation. In (ed) Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production, 63 - 95, Bulletin 52 C.A.B. Hurrey, England.

2 - Frame, J. (1981) Herbage mass in Hodgson, J.; Baker, R.D.; Davies, A.; Laidlaw, A.S.; and Leaver, J.D. (eds) Sword Measurement Handbook, 36 - 97. British Grassland Society, Hurrey.

3 - Risso, D.F. (1981). Métodos sencillos para estimar rendimientos de forraje. Revista técnica de la Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay, Nro. 50; 73 - 98.

4 - Moliterno, E. (1981) Medición de Pasturas. Rep. Nro. 469. Facultad de Agronomía. Est. Exp. de Paysandú. Cátedra de Forrajeras. Rep. mimeo. 12 pp.

del perfil de pastura comienza a decrecer; estirar verticalmente la vegetación del área a muestrear y considerar esa altura, o muestrear repetidamente considerando la mayor altura en cada muestreo y luego promediar las lecturas. Como se ve, no hay un criterio fijo y único, pero lo que sí es básico es que luego de adoptado el mismo, éste sea mantenido constantemente.

Las medidas de altura resultan más precisas en pasturas cortas y de composición simple que en situaciones más complejas, como por ejemplo campos naturales con una diversidad florística y estado extremadamente variables.

METODOLOGÍA Y SUPUESTOS

Como su nombre lo indica, el método de estimación visual supone que el observador debe estar capacitado para relacionar lo que está observando con estándares que han sido fijados previamente; esto implica que la metodología propuesta es subjetiva en la medida en que depende de la apreciación y criterio de cada observador. La validez de este procedimiento, como recurso del manejo cotidiano de los

pastoreos, se asienta tanto en que el observador mantenga los criterios con que juzga la densidad y altura de las pasturas como que además gane experiencia en "hacer el ojo", a través de la utilización frecuente de este procedimiento, en la misma pastura a lo largo del año y entre diferentes pasturas.

El procedimiento (para una escala de 5 puntos) consiste en:

i) Recorrer en primer lugar toda el área objeto del relevamiento para establecer el grado de homogeneidad de la misma. Es importante realizar esto, dado que si la pastura es homogénea se podrá marcar una sola escala y utilizarla en toda el área, mientras que si por cualquier motivo se observase que existen zonas en las cuales la composición botánica y la cobertura de suelo difieren marcadamente, lo aconsejable es marcar 2 escalas.

ii) Si el área es homogénea se procede a elegir una zona reducida en la cual se construirá una escala que podrá ser de 3 puntos (en caso de marcada homogeneidad), o de 5 puntos (para pasturas de cierta edad o que ya han sido pastoreadas varias veces). Para la construcción de la escala se puede utilizar como unidad de muestreo un



Figura 2. Escala de 5 puntos marcada en el campo para estimar la disponibilidad de una pastura de achicoria, festuca y t.blanco. Para mejor visualizar la diferencia entre los puntos, se limpió la zona entre ellos.

cuadrado de 0.3m o de 0.5m de lado, aunque como se mencionó previamente, la forma y área de la unidad de muestreo es dependiente del tipo y estado de la pastura a relevar. Es también posible utilizar rectángulos, cuyas medidas más comunes son de 0.2x0.5m (0.1m²).

Si se cumple el supuesto planteado en (i), entonces se está en condiciones de marcar una escala que abarque todas las situaciones de rendimiento posibles de encontrar en cualquier zona de la pastura a relevar en cualquier lugar de la misma y abarcando un espacio reducido. En la Fig.2 puede observarse cómo en una área no mayor a los 30m² se marcaron 5 puntos en una pastura de achicoria y tréboles, como ejemplo del supuesto (i).

Para marcar la escala que servirá de referencia para el muestreo posterior, se comienza por elegir visualmente y con el cuadrado de muestreo, aquel que represente a juicio del observador, la situación de mayor rendimiento. Recordando que los atributos más importantes son densidad y altura, el cuadrado de mayor rendimiento será aquel que reúna los mayores valores de ambos atributos. Por lo general, para praderas y verdeos durante otoño/invierno, esta situación corresponde a manchones de deyecciones del ganado que son rechazados o por cuevas u hor-

migueros que han aflojado al suelo y permitido un mayor crecimiento. Una vez elegido el punto se procede a identificarlo con el N°5, el cual representará el **mayor rendimiento posible de encontrar en esa pastura y para ese muestreo**. Es conveniente tomar alguna lectura de la altura del forraje en ese cuadrado, de manera de poder ayudarse para marcar los siguientes puntos.

Para los siguientes puntos se procede de manera análoga, eligiendo a continuación el otro punto extremo, N°1, el que representará el **menor rendimiento posible de encontrar en esa pastura y para ese muestreo**. En este caso en particular, el observador deberá tomar una decisión en términos de que el menor rendimiento esté representado por suelo descubierto, o que contenga pastura de muy baja altura y no muy rala. Lo aconsejable en los comienzos de utilización del método, y hasta tanto no se "haga el ojo", es considerar un cuadrado en el que haya pastura, y que cuando se salga a muestrear toda la pastura, cuadrados que contengan menos "pastura" que el N°1 de la escala sean considerados como de rendimiento "0".

Luego de marcar en N°1, se procederá a elegir el punto intermedio entre 1 y 5, es decir el punto N°3 de la escala. Para ayu-

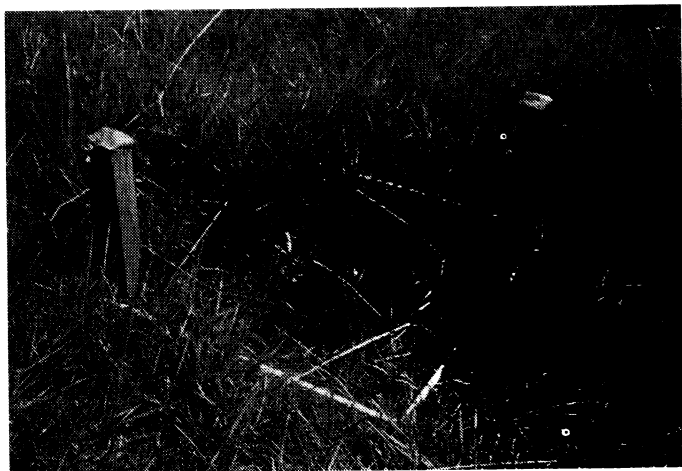


Figura 1. Cuadrado de 0.5 m de lado utilizado como unidad de muestreo para el relevamiento de un tapiz natural.

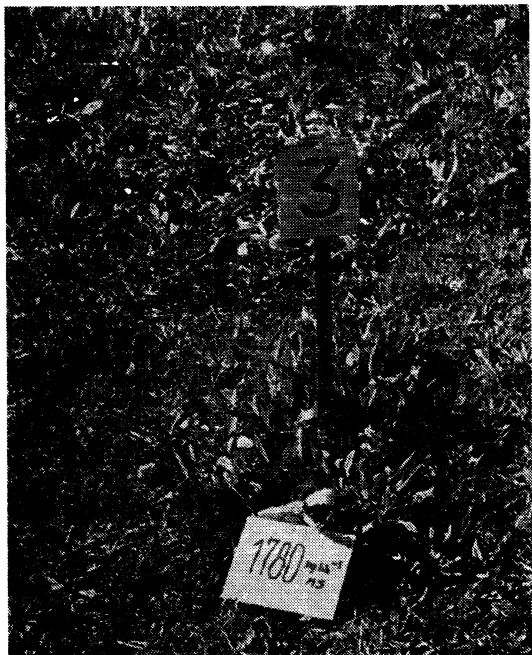


Figura 3. Características de cada punto de la escala de la figura 2; obsérvese que la diferencia en los rendimientos es visualmente asociada más a la altura de los puntos que a su densidad.

darse en la determinación de este punto, es conveniente considerar la altura intermedia entre el 5 y 1 y asumir que la densidad de la pastura en ese punto será parecida al resto. Para marcar los puntos 2 y 4 se siguen los mismos criterios, hasta que finalmente queda marcada la escala de 5 puntos, la cual quedará como referencia para consulta mientras se realice el muestreo.

iii) La forma en que se utiliza la escala marcada es la siguiente: con una planilla y el cuadrado que se utilizó para

marcar la misma, se realizará un muestreo definido como “Aleatorio o al Azar”⁵, se recorre la pastura y cada vez que se deposita el cuadrado se estima para el contenido del mismo su similitud a uno de los cinco puntos de la escala y se anota en la planilla, se levanta el cuadrado caminando el numero de pasos prefijados, y se repite la operación, anotando el numero de la escala estimado, y así sucesivamente. Es importante que previo al inicio del muestreo, el observador se grave visualmente la apariencia de cada punto de la escala **parado**, ya que una de las ventajas del método es su rapidez para obtener un elevado número de muestras, minimizando eventuales errores en determinados cuadrados. Para lograr esto la observación debe ser hecha rápidamente sin ponerse a dudar sobre si es un punto entero o intermedio, si ante la duda el observador se agacha tendrá una perspectiva diferente y obviamente demorará más tiempo.

Al estar marcada la escala en el campo, puede ser consultada en cualquier momento ante las dudas que se pudiesen presentar.

Frente a la pregunta ineludible de ¿qué número de muestras se considera adecuado para obtener una estimación confiable?, la respuesta más apropiada consiste en tener presente que si se define un numero de pasos fijos entre muestras (15-35) es un rango razonable), y se toman las diagonales del potrero a muestrear, este aspecto no debe configurar una preocupación. La ventaja del numero fijo de pasos también asegura la aleatoriedad o azar del muestreo, siempre y cuando no se altere el ritmo del paso al aproximarse a los finales.

iv) Una vez completado el muestreo se deberá proceder a obtener el dato del rendimiento de forraje de cada punto de la escala para expresarlo en kg/ha.MS. Para esto, la recomendación es elegir 2 cuadrados que

sean lo más parecido posible al punto correspondiente de la escala y cortarlos al ras del suelo, individualizándolos en bolsas de nylon separadas. La tercera muestra es la de la propia escala, y de esta manera se tienen 3 repeticiones de cada punto con una idea de la variación con respecto a la escala efectivamente marcada. Una alternativa más sencilla consiste en cortar únicamente el punto correspondiente a la escala. Considerando el ahorro en tiempo del “doble muestreo” en relación al método tradicional de

cortar un número determinado de cuadrados, vale la pena tener una idea de la variación existente mediante el corte de más de una repetición por punto de la escala. Las muestras se pondrán a secar hasta que el peso seco permanezca constante, y por su relación al área del cuadrado, se obtendrán los correspondientes valores expresados como kg/ha MS. Para facilitar los cálculos, es conveniente construir una tabla del tipo de la presentada en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Frecuencias y rendimientos de los puntos de la escala

ESCALA	Frecuencia ⁽¹⁾ (A)	Rendimiento promedio ⁽²⁾ (kg/ha MS) (B)	(A) x (B)
1			J
2			K
3			L
4			M
5			N

N: total de observaciones del punto de la escala
 observac. (Z) ⁽¹⁾N: total de observaciones del punto de la escala
⁽²⁾ de todas las repeticiones cortadas/punto escala

ESCALA	Frecuencia (A)	Rendimiento promedio (Kg/ha MS) (B)	(A) x (B)
1	7	945	6615
2	24	1168	28032
3	9	1780	16020
4	4	2500	10000
5	1	3200	3200

45

Rendimiento : (6615+28032+16020+10000+3200) / 45 = 1419 kg/ha MS

Los porcentajes de MS correspondientes a cada punto de la escala fueron del 1 al 5: 16.5, 15.7, 14.6, 14.7 y 14.9, respectivamente.
 Finalmente, siendo la avena uno de los verdeos de mayor

difusión, y considerando la importancia del momento y disponibilidad con las que se realiza el primer pastoreo, en la figura 4 se muestran los valores correspondientes a cada uno de los 5 puntos de la escala. En este caso en

La manera de calcular el rendimiento es la siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(J+K+L+M+N)}{Z}$$

Otra forma de calcular el rendimiento es mediante la regresión de los valores de MS de cada una de las repeticiones de la escala cortadas, utilizando para la ecuación el promedio del valor de escala observado.

Algunos ejemplos

En la figura 3 se muestran en forma individual los 5 puntos de la escala de la figura 2.
 Utilizando los datos recabados en uno de los muestreos realizados con esta escala, y utilizando la estructura de la tabla presentada en el Cuadro 1, los valores encontrados fueron los siguientes:

particular, se dan no solamente los rendimientos en MS, sino también la altura promedio, y la composición del rendimiento en términos de lámina y pseudotallo (Ptallo) en cuanto a contribución porcentual. La información es

relevante ya que no solamente describe cada punto a través de varios parámetros, sino que permite distinguir las características del rastrojo responsable del futuro rebrote en el caso en que el pastoreo se realice a las mayores disponibilidades.

Aspectos a considerar

Conviene recordar que si bien este método tiene el propósito de ser una ayuda práctica en el manejo, hay algunos aspectos del mismo que conviene tener presente :

1.- La escala no es extrapolable a otras pasturas de diferente composición, de la misma forma que tampoco puede ser marcada en una fecha dada y mantener los valores de rendimiento por varias semanas, más aún si está bajo pastoreo.

2.- Las zonas de fajas empastadas, blanqueales y en general cualquier área que represente una situación diferente al estado general de la pastura debe ser ignorada en la marcación de la escala. Este es un método rápido y subjetivo; si se quiere mayor rigurosidad en el dato existen otros procedimientos más apropiados.

3.- El dato de rendimiento obtenido, de acuerdo a lo descrito en este artículo hace referencia a los kilogramos de MS totales, es decir de todo el perfil de pastura y de especies deseables y de malezas, pastos secos, etc. El observador puede estimar a través de las muestras cortadas de la escala qué proporción del total corresponde a "pastura" y cuanto al "resto", mejorando notoriamente el uso de la información generada.

4.- Al igual que con la composición del rendimiento, la determinación de éste comprende todo el perfil de la pastura. Esto supone adjudicar parte de esa MS al rastrojo que no será consumido y que ayudará al rebrote. En pasturas cortas, cerca del 50-60% del total de MS del perfil se concentra en los primeros 3cm desde el suelo, por lo que si bien no debe tomarse este rango en forma rígida, lo cierto es que debe considerarse un "porcentaje de utilización o aprovechamiento" para corregir el dato de rendimiento. Una alternativa a considerar puede ser la de determinar el rendimiento de los puntos de la escala cortando muestras a por lo menos 2.5-3cm y en consecuencia considerar ese valor como el total de MS.

5.- Uno de los problemas que pueden presentarse para su implementación en el establecimiento es el proceso de secado. Para aportar elementos en este sentido en el

Cuadro 2 se presentan rangos de %MS para pasturas naturales y cultivadas para todas las estaciones del año.

Cuadro 2. Rangos de % de MS para pasturas naturales y cultivadas sobre suelos profundos de la zona del Litoral para las diferentes estaciones del año.

Tipo de Pastura	Estación del año			
	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
PASTURAS NATURALES(*)	40 - 42	21 - 29	22 - 52	29 - 36
PRADERAS PERMANENTES(**)	18 - 27	16 - 35	17 - 32	28 - 44
AVENALES (***)	14 - 23	17 - 25	_____	_____

(*) Datos promedios de 3 posiciones topográficas suelos de Fray Bentos, ensayos de Cátedra de Forrajeras sobre Manejo de Campo Natural.

(**) Datos promedios para 5 tipos de mezclas templadas manejadas bajo 2 frecuencias de defoliación durante su segundo año, ensayos de Cátedra de Forrajeras Estabilidad Productiva de Pasturas Cultivadas.

(***) Datos de manejo de defoliación, exclusivamente producción de forraje.

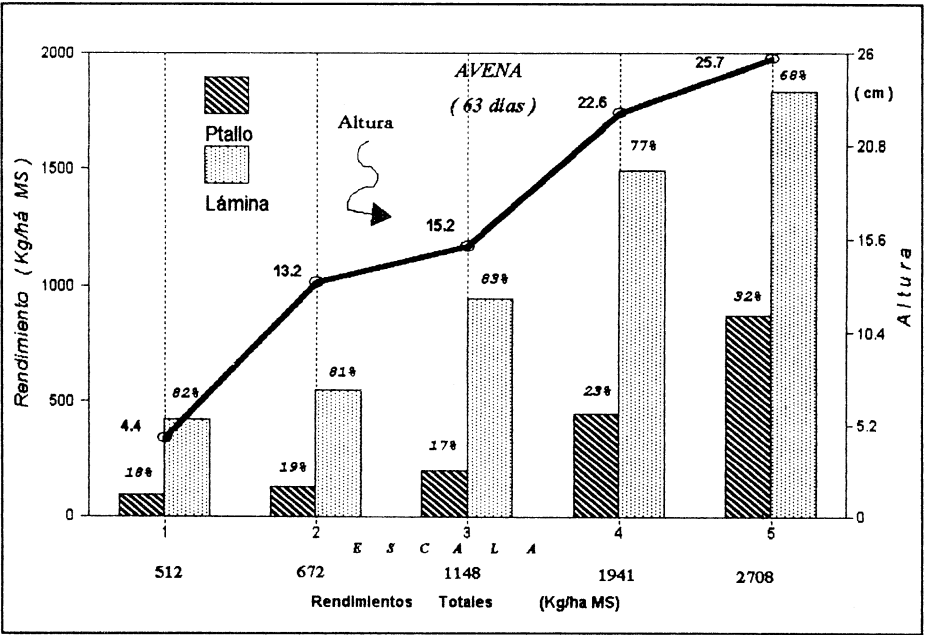


Figura 4. Valores de altura, rendimiento y composición de los 5 puntos de la escala en un avenal previo al primer pastoreo. (Molitero, no publ.)

La utilización de rangos implica diferencias en la composición y estado de las especies.

En términos generales las gramíneas, tanto cultivadas como nativas poseen porcentajes más elevados de MS que las leguminosas, por lo que cuando predominen en una

pradera deberán utilizarse porcentajes mayores. Cuando se sale del verano y hay forraje acumulado, o cuando se está en periodos muy calurosos o fríos, las especies engrosan sus tejidos por lo que los porcentajes de MS también serán mayores. ■