

# Métodos de Evaluación de Pastizales en Patagonia Sur



Compiladores: Virginia Massara Paletto y Gustavo Buono

**INTA** | Ediciones

Colección  
**DIVULGACIÓN**

# Métodos de Evaluación de Pastizales en Patagonia Sur

Compiladores: Virginia Massara Paletto y Gustavo Buono



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Argentina

*INTA Ediciones  
Centro Regional Patagonia Sur  
2020*

633.2 Métodos de evaluación de pastizales en Patagonia Sur/ compiladores:  
M56 Virginia Massara Paletto y Gustavo Buono. – Buenos Aires : Ediciones  
INTA, Centro Regional Patagonia Sur, 2020.  
288 p. : il. (en PDF)

ISBN 978-987-8333-48-9 (digital)

i. Massara Paletto, Virginia. ii. Buono, Gustavo

PASTIZALES – VARIEDADES – EVALUACION – RENDIMIENTO – REGION PATAGONICA

DD-INTA

**Agradecimientos:** A todos los técnicos que han trabajado a lo largo de los años sosteniendo que el camino al mejor desarrollo productivo es a través del buen uso y la conservación de los recursos naturales. A Andrés Latorraca y Juan Escobar que elaboraron la idea de esta publicación, a Pablo Rimoldi, Rosana Minor y Adriana Beider que colaboraron en la revisión general.

*Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.*

#### **Diagramación**

D.G. Mariana Patiño Mayer (*Estudio Imagenesquel*)

*Este libro  
cuenta con licencia:*



## Capítulo 9 | Métodos de evaluación de los mallines patagónicos: Botanal<sup>1</sup> y Pasturómetro<sup>2</sup>

(1) Buono Gustavo y Utrilla Víctor  
(2) Nakamatsu Viviana y Villa Martín



## 9.1 | El Método Botanal

### 9.1.1 | Introducción

El método Botanal es básicamente un método de doble muestreo que utiliza como referencia patrones de biomasa de la vegetación presentes en el área a evaluar. Por utilizar esos patrones de referencia, es más sencillo el uso de este método que el método del doble muestreo tradicional, que realiza la estimación directa del peso de la vegetación evaluada. El Botanal es un método no destructivo, que permite la toma de numerosas muestras (estimaciones) que demandan menor tiempo y esfuerzo que el método tradicional de cortes. Ésto permite relevar áreas de mayor superficie y captar la heterogeneidad de los pastizales presentes en aquellas. Respecto a otros métodos de doble muestreo, presenta la ventaja de que la búsqueda de los patrones de referencia sirve como entrenamiento a los estimadores, por lo que es más fácil de utilizar por personas no experimentadas.

### 9.1.2 | Desarrollo del método

El nombre Botanal proviene de Botanical Analysis, un conjunto de técnicas que permiten medir rendimiento, composición botánica y otros atributos de una pastura. Entre los métodos de estimación de biomasa se destaca el método del rendimiento comparativo (en inglés: comparative yield method, Haydock y Shaw, 1975; Tothill *et al.*, 1978 y 1992). En Argentina fue validado por Hidalgo *et al.* (1990) en pastizales y pasturas de la Depresión del Salado. Actualmente, por simplificación, se denomina con el nombre BOTANAL al método del

rendimiento comparativo, aún cuando sólo se realiza la estimación de la biomasa o rendimiento del pastizal.

Cabe considerar que al final del capítulo, después de desarrollar dos ejemplos de aplicación del método para estimaciones de forraje en mallines, se explica además la técnica de rango de peso seco (en inglés: dry weight rank method) para estimar la composición florística del pastizal del mallín.

### 9.1.3 | Metodología para la aplicación del método

El método comprende cuatro etapas:

**a) Ubicación de los patrones de vegetación:** es importante realizar una recorrida previa del potrero o cuadro a relevar para conocer la distribución espacial del pastizal. El procedimiento consiste en identificar 5 muestras patrón (del tamaño de los marcos a utilizar, en general de 20 cm X 50 cm) que cubran todo el gradiente de producción forrajera que probablemente pueda encontrarse en el potrero. Estos patrones sirven, en un primer momento, de entrenamiento y, posteriormente, de referencia en caso de que existan dudas durante la realización de las estimaciones.

En primer lugar, se identifica el **Patrón 5**. Para ello, se ubican dos muestras o parcelas similares que representen la máxima disponibilidad de forraje de toda el área a muestrear. Una de ellas se deja marcada en el lugar para comparación visual y táctil posterior, y la otra se utiliza para la cosecha y pesaje del material recolectado.

Posteriormente, se identifica el **Patrón 1**. Para ello, nuevamente se ubican dos muestras similares, en este caso que representen la mínima disponibilidad de forraje del área a muestrear. De la misma manera, una de las parcelas se marca en el sitio elegido para comparación y la otra se cosecha y determina el peso fresco del material.

Una vez obtenidos los patrones 1 y 5 se promedian los pesos obtenidos en ambas muestras y se buscan dos parcelas similares que representen dicha biomasa. Nuevamente, se marca una en el campo y se cosecha y pesa la vegetación de la muestra restante. En

este caso, se compara el peso obtenido con el buscado, es decir, el promedio entre el Patrón 1 y 5. Si el peso del material cosechado es cercano a aquél, se toma como **Patrón 3** a la parcela marcada. En caso que haya diferencia se continúa la búsqueda hasta encontrar la muestra correcta.

La operación anterior se repite para ubicar el **Patrón 4** (que representará el promedio de biomasa entre el Patrón 3 y el 5) y el **Patrón 2** (que representará el promedio de biomasa entre el Patrón 1 y el 3). Se ubicarán parcelas probables, se marcará una y cosechará la otra, se comparará el peso y se continuará la búsqueda hasta encontrar aquellas correctas.

Durante esta etapa el operador se irá entrenando para considerar diferentes características de la vegetación que le servirán de guía para la estimación de la biomasa presente, es decir: altura, cobertura y densidad de la vegetación en la parcela, presencia de plantas más o menos suculentas, etc. Es importante recorrer los cuadros o potreros y sectores del mallín a evaluar para observar la heterogeneidad presente y que los Patrones representen dicha heterogeneidad. Además, es conveniente que la elección de los patrones se realice en sectores de libre acceso a la hacienda.

**b) Estimación de la biomasa vegetal:** una vez obtenidos todos los patrones, se define la metodología de muestreo (número y distribución de marcos) de los sitios a evaluar (parcelas de ensayos, potreros o cuadros) y se comienza a realizar las estimaciones.

Se coloca el marco en el sitio determinado, se acomoda la vegetación de los bordes y se procede a la estimación. Se compara la altura, cobertura y densidad de plantas con la de los patrones y se determina si la parcela a evaluar es similar a algún patrón o entre cuales se encontraría la biomasa de esa muestra. En este caso se pueden utilizar diferentes escalas de puntaje (Ver Tabla 9.1.1). La escala de puntaje con menos detalle sólo consideraría el puntaje de los patrones, por lo que contaría con 5 valores (1; 2; 3; 4 y 5). Otra con algo más de detalle podría considerar medio punto entre patrones, por lo que contaría con nueve valores (los 5 anteriores y los 4 intermedios). Con un poco más de detalle consideraría cuartos de

punto entre patrones, totalizando 17 valores para la escala, o décimas de punto entre los patrones, con 41 valores en total. El nivel de detalle en la estimación lo determinará el entrenamiento del estimador o la precisión requerida y el rango de valores de biomasa a evaluar. Estimadores con mayor entrenamiento y con un amplio rango de biomasa entre patrones podrían utilizar una escala más detallada y realizar una estimación más precisa; sin embargo este último aspecto dependerá finalmente del ajuste de la relación estimación: biomasa que se realiza en gabinete. En cada parcela se registrará el valor de la estimación para el posterior cálculo y, en el caso de que existan dudas, se puede volver a consultar los patrones marcados.

**Tabla 9.1.1.** Escalas de puntaje a utilizar en función del nivel de detalle que se utilice entre patrones.

Patrones	Escalas de puntaje				
	Estimación de patrones	Estimación de medio punto	Estimación de cuarto de punto	Estimación de décima de punto	
1	1	1	1.00	1,0	
					1,1
				1.25	1,2
			1.5		1,3
					1,4
				1.50	1,5
					1,6
				1.75	1,7
					1,8
				1,9	
2	2	2.0	2.00	2,0	
					2,1
					2,2
		2.5	2.25	2,3	
				2,4	
				2,5	
	3	3.0	2.50	2,6	
					2,7
				2.75	2,8



			3.00	2,9
3				3,0
				3,1
			3.25	3,2
				3,3
		3.5	3.50	3,4
				3,5
				3,6
			3.75	3,7
				3,8
				3,9
4		4.0	4.00	4,0
				4,1
			4.25	4,2
				4,3
		4.5	4.50	4,4
				4,5
				4,6
			4.75	4,7
				4,8
	5	5.0	5.00	4,9
5				5,0

El número de muestras a estimar en cada potrero o cuadro se definirá, como en cualquier otro método de evaluación, en función de los objetivos de la evaluación de la vegetación y determinación de la biomasa. Por ejemplo, se puede muestrear en estaciones ubicadas a intervalos regulares de pasos, sobre una transecta de marcha (identificada con estacas) perpendicular a la fuente de agua. El número de transectas dependerá de la forma y tamaño del potrero. Por ejemplo, en un potrero de 500 ha podría recomendarse realizar al menos dos transectas separadas como mínimo 500 m. Por su parte, en virtud de una composición botánica y productividad forrajera contrastante, los mallines o vegas húmeda y seca podrían relevarse por separado, obteniéndose un número mínimo de 100 muestras por potrero.

Ésto implicaría que deban identificarse previamente los 5 patrones descriptos para cada sector de vega, se realicen cortes de control y ajustes (que se explican más adelante) para cada sector por separado.

**c) Estimación y corte de parcelas de ajuste:** una vez finalizado, o estando bastante avanzado el muestreo en los cuadros o potreros, se realizará simultáneamente la estimación y cosecha de biomasa de las parcelas de un número necesario de muestras que permita obtener una buena calibración de las estimaciones realizadas. Para ello se debe tratar de que las parcelas a estimar abarquen la mayor parte del rango de biomasa observada en todo el muestreo. Es recomendable cortar aleatoriamente 3 muestras cercanas a cada patrón (al menos 15 muestras) para lograr un mejor ajuste del cálculo de biomasa. En esta etapa ya no se debería volver a consultar los patrones, pues se supone que el estimador tiene el suficiente entrenamiento. Además, esta etapa es muy importante, ya que, la certeza de los resultados finales de la evaluación dependerá de la exactitud de esta calibración.

La biomasa cosechada en cada muestra se seca en estufa y se pesa para la determinación de materia seca. El ajuste de las estimaciones se realiza mediante el cálculo de una ecuación de regresión, por lo general lineal (pero podría ser no lineal), utilizando como variable independiente la biomasa (expresada en materia seca) y el valor de las estimaciones como variable dependiente o regresora. Esta ecuación, representada por una recta en los casos de regresión lineal, se obtiene a partir de aplicar algún paquete estadístico o a través de planillas de cálculo. Aquí, es importante remarcar que el ajuste o  $R^2$  de la ecuación no debería ser inferior al 90 %. Si no fuera así, debería repetirse el ajuste, estimando y realizando nuevas cosechas, aumentando el número de muestras en el o los sectores del rango de biomasa con menor ajuste.

En el caso de un ajuste lineal, los términos de la ecuación son los siguientes:

$$y = a + b * x,$$

donde:  $y$  = peso seco de la muestra;  $a$  = peso seco mínimo;  $b$  = incremento del peso seco por cada unidad de aumento de la estimación;  $x$  = estimación realizada.

**d) Transformación de las estimaciones en biomasa a partir del modelo de ajuste obtenido:** finalmente las estimaciones obtenidas en las diferentes parcelas se llevan a materia seca mediante la aplicación del modelo de ajuste obtenido. La biomasa de cada muestra se obtiene por sustitución de la estimación ( $x$ ) en esta ecuación. Estos valores de biomasa se utilizan posteriormente para el cálculo de la disponibilidad de biomasa o PPNA de las distintas unidades evaluadas (parcelas de ensayos, sectores del mallín, potreros o cuadros, etc.

#### 9.1.4 | Puntos a favor y alcances

Es un método expeditivo, que permite evaluar grandes superficies en poco tiempo. No necesita instrumental ni equipamiento complicado para su implementación. La metodología es sencilla, por lo que cualquier persona entrenada puede aplicarlo. Además, pueden evaluarse diferentes tipos de pastizales, siempre que se encuentren los patrones apropiados.

Puede orientarse la evaluación en función del tipo de animal en pastoreo. Por ejemplo, para evaluar estepas gramíneas de Coirón blanco (*Festuca pallenscens*) en un potrero utilizado sólo con ovinos, es aconsejable seleccionar coirones con alta relación forraje verde/forraje seco y evitar aquéllos de gran porte, muy encañados y con mucha acumulación de forraje seco para la identificación de los patrones y muestreo posterior. Se descartarán los tallos florales e inflorescencias en la determinación del peso seco y se cortará el material verde existente en la base de la planta o en lugares de fácil acceso en la misma. Si el aprovechamiento del potrero fuera con bovinos, no se aplicarían las recomendaciones para la selección de coirones descriptas para ovinos, aunque tampoco se incluirán los tallos florales e inflorescencias en cada corte. Además, se cortará hasta un 60 % del volumen total de la planta, evitándose el centro de la misma.

## Ejemplos de la aplicación del método:

### Ejemplo Nro. 1. Estimación del forraje disponible en los sectores de un mallín en Chubut

Un cuadro o potrero que abarca 3 sectores del mallín (húmedo, subhúmedo y periférico o seco) fue evaluado en diferentes momentos del año para estimar su disponibilidad forrajera mediante el método botanal. A continuación, se presenta como ejemplo la planilla correspondiente a dos muestreos realizados en diferentes fechas abarcando todos los sectores de un mallín con los valores de las estimaciones. En este caso el nivel de detalle entre patrones fue la décima de punto:

Tabla 9.1.2. Ejemplo de estimaciones realizadas en dos fechas en los distintos sectores de un mallín

Sector	Nro. de muestra	Estimación Fecha 1	Sector	Nro. de muestra	Estimación Fecha 2
Húmedo	1	1,7	Húmedo	1	2,1
Húmedo	2	1,6	Húmedo	2	2,6
Húmedo	3	1,6	Húmedo	3	1,7
Húmedo	4	1,3	Húmedo	4	1,3
Húmedo	5	1,2	Húmedo	5	1,2
Húmedo	6	1,4	Húmedo	6	1,6
Húmedo	7	1,2	Húmedo	7	1,3
Húmedo	8	1,2	Húmedo	8	1,3
Húmedo	9	1,2	Húmedo	9	1,3
Húmedo	10	1,7	Húmedo	10	1,8
Húmedo	11	1,7	Húmedo	11	1,9
Húmedo	12	1,4	Húmedo	12	1,7
Húmedo	13	1,5	Húmedo	13	1,8
Húmedo	14	1,5	Húmedo	14	1,9
Húmedo	15	1,3	Húmedo	15	1,6
Húmedo	16	1,3	Húmedo	16	1,7
Periférico	1	1,2	Periférico	1	1,3
Periférico	2	1,1	Periférico	2	1,3
Periférico	3	1,0	Periférico	3	1,2
Periférico	4	1,1	Periférico	4	1,2

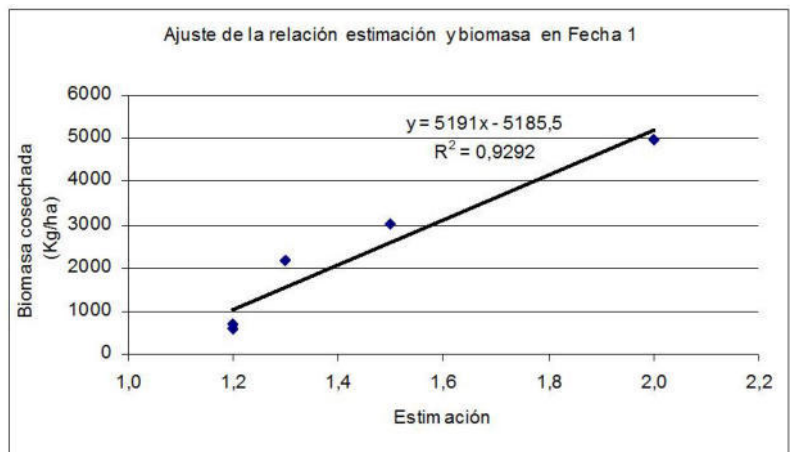
Sector	Nro. de muestra	Estimación Fecha 1	Sector	Nro. de muestra	Estimación Fecha 2
Periférico	5	1,2	Periférico	5	1,4
Periférico	6	1,1	Periférico	6	1,2
Periférico	7	1,2	Periférico	7	1,3
Periférico	8	1,1	Periférico	8	1,2
Periférico	9	1,1	Periférico	9	1,2
Periférico	10	1,2	Periférico	10	1,3
Periférico	11	1,1	Periférico	11	1,2
Periférico	12	1,2	Periférico	12	1,4
Periférico	13	1,1	Periférico	13	1,3
Periférico	14	1,0	Periférico	14	1,1
Periférico	15	1,0	Periférico	15	1,2
Periférico	16	1,0	Periférico	16	1,1
Periférico	17	1,2	Periférico	17	1,3
Periférico	18	1,0	Periférico	18	1,1
Periférico	19	1,0	Periférico	19	1,1
Subhúmedo	1	1,2	Subhúmedo	1	1,3
Subhúmedo	2	1,2	Subhúmedo	2	1,5
Subhúmedo	3	1,2	Subhúmedo	3	1,4
Subhúmedo	4	1,2	Subhúmedo	4	1,3
Subhúmedo	5	1,2	Subhúmedo	5	1,3
Subhúmedo	6	1,2	Subhúmedo	6	1,3
Subhúmedo	7	1,2	Subhúmedo	7	1,3
Subhúmedo	8	1,1	Subhúmedo	8	1,2
Subhúmedo	9	1,1	Subhúmedo	9	1,2
Subhúmedo	10	1,1	Subhúmedo	10	1,2

En cada fecha, luego de efectuadas las estimaciones, se realizaron los cortes de control correspondientes. En estos casos en particular, debido a la experiencia de los evaluadores, se realizaron sólo 5 cortes de control, en lugar de los 15 recomendados. A continuación, se presentan los valores de las estimaciones realizadas a campo y de la biomasa (expresada en kg de materia seca por hectárea) cosechada en cada muestra, luego de acondicionada y secada en estufa.

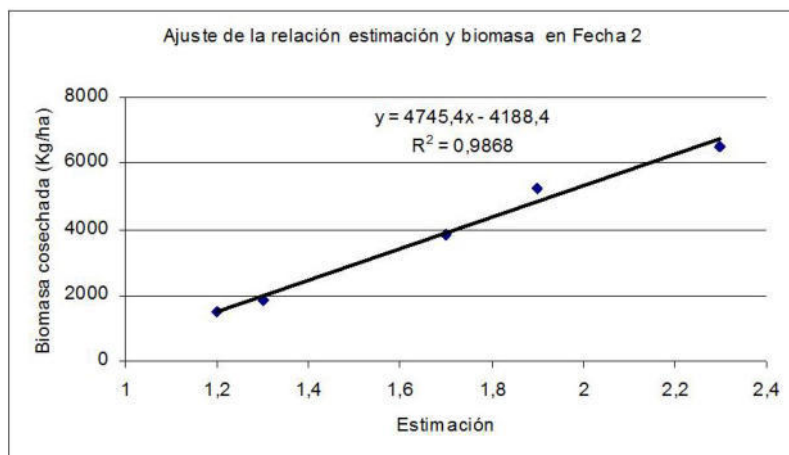
**Tabla 9.1.3.** Cortes de control, estimaciones y resultado de la cosecha de parcelas para el ajuste de la relación entre biomasa y estimaciones realizadas en las dos fechas del ejemplo de Tabla 9.1.2.

Cortes de control - Fecha 1			Cortes de control - Fecha 2		
Muestra	Estimación	Kg MS/ha	Muestra	Estimación	Kg MS/ha
1	1,3	2174,5	1	1,7	3818,5
2	1,2	581,1	2	1,2	1519,9
3	1,2	709,9	3	1,3	1837,1
4	1,5	3018,4	4	1,9	5239,6
5	2,0	4963,4	5	2,3	6504,6

Los valores de las estimaciones se relacionaron con las biomazas y se construyeron las rectas que arrojaron un ajuste superior al 90 %. Las ecuaciones y los valores de  $R^2$  correspondientes a las dos fechas del ejemplo pueden verse en las siguientes figuras. Finalmente, se introdujo en la ecuación de regresión el valor medio de la estimación realizada en cada fecha y sector de mallín para obtener la disponibilidad forrajera, como puede apreciarse en la Tabla 9.1.4.



**Figura 9.1.1.** Ecuación de ajuste obtenida a partir de los valores de estimaciones y biomazas de los cortes de control en la Fecha 1 del ejemplo anterior.



**Figura 9.1.2.** Ecuación de ajuste obtenida a partir de los valores de estimaciones y biomasa de los cortes de control en la Fecha 2 del ejemplo anterior.

**Tabla 9.1.4.** Valor medio de biomasa disponible en los diferentes sectores del mallín para las dos fechas evaluadas.

Biomasa resultante - Fecha 1			Biomasa resultante - Fecha 2		
sector	Promedio estimación	Kg/ha	sector	Promedio estimación	Kg/ha
Húmedo	1,4	2081,9	Húmedo	1,7	3878,8
Periferia	1,1	524,6	Periferia	1,2	1506,1
Subhúmedo	1,2	1043,7	Subhúmedo	1,3	1980,6

### Ejemplo Nro. 2. Estimación del forraje disponible en los sectores de una vega de Santa Cruz

Se relevaron mediante el método botanal los sectores húmedo y seco de una vega incluida en un potrero del establecimiento al final del período de aprovechamiento de la temporada (abril). A continuación, se presenta la planilla de campo (Tabla 9.1.5) para cada sector evaluado con los patrones estimados durante el muestreo:

**Tabla 9.1.5.** Planilla de campo con los patrones estimados durante el muestreo para los sectores de vega húmeda y seca.

Sector Vega Húmeda		Sector Vega Seca	
Nro. de muestra	Patrón estimado	Nro. de muestra	Patrón estimado
1	3,0	1	1,5
2	2,0	2	1,5
3	1,5	3	1,0
4	2,0	4	1,5
5	1,0	5	1,0
6	2,0	6	1,5
7	3,0	7	1,25
8	1,5	8	1,25
9	1,0	9	2,0
10	4,0	10	1,0
11	1,0	11	2,0
12	2,0	12	1,25
13	1,0	13	1,5
14	2,0	14	1,25
15	1,0	15	2,0
16	1,0	16	1,0
17	1,0	17	1,5
18	2,0	18	1,5
19	3,0	19	1,25
20	1,0	20	1,25
21	1,5	21	1,25
22	3,0	22	2,0
23	2,0	23	2,0
24	2,0	24	1,5
25	2,0	25	3,0
26	1,5	26	1,25
27	1,5	27	1,5
28	1,0	28	2,0
29	1,0	29	1,25
30	1,0	30	1,5
31	1,0	31	1,25
32	2,0	32	1,5



Sector Vega Húmeda		Sector Vega Seca	
Nro. de muestra	Patrón estimado	Nro. de muestra	Patrón estimado
33	2,0	33	1,25
34	2,0	34	2,0
35	1,0	33	1,25
36	1,0	34	2,0
37	2,0	35	1,5
38	2,0	36	1,25
39	1,0	37	1,5
40	1,0	38	1,5
41	1,0	39	2,0
42	3,0		
43	2,0		
44	1,0		
45	2,0		

Una vez avanzado el muestreo, se realizaron como mínimo tres cortes por patrón (incluido 1 patrón intermedio en el sector seco) para lograr un buen ajuste del cálculo de biomasa. A continuación, se presenta la Tabla 9.1.6 con las muestras patrón estimadas y ordenadas en orden creciente y los pesos secos obtenidos, correspondientes a la superficie del marco cosechado (0,10 m<sup>2</sup> de superficie):

Tabla 9.1.6. Valores de peso seco (g) de las muestras patrón estimadas para el ajuste del cálculo de biomasa.

Sector Vega Húmeda		Sector Vega Seca	
Nro. de muestra patrón estimada	Peso seco (g)	Nro. de muestra patrón estimada	Peso seco (g)
1	1,6	1	0,02
1	1,5	1	0,03
1	3,0	1	0,04
2	18,1	1,5	5,9
2	11,5	1,5	3,7
2	12,1	1,5	3,4

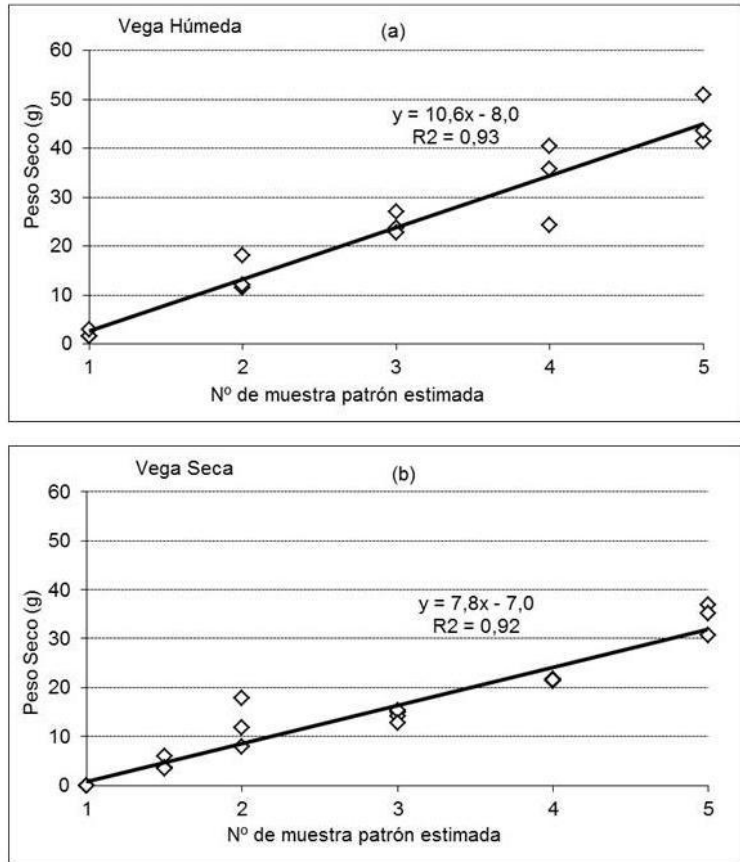
3	23,7	2	11,9
3	22,7	2	17,8
3	27,1	2	7,9
4	35,7	3	14,9
4	24,3	3	14,1
4	40,5	3	15,4
5	41,4	3	12,7
5	43,5	4	21,7
5	51,0	4	21,3
		4	21,5
		5	37,0
		5	30,7
		5	35,2

A partir de los pesos secos de las muestras patrón recolectadas, se generaron las ecuaciones de regresión lineal y ajustes ( $R^2$ ) para la vega húmeda y seca, las cuales se presentan en la Figura 9.1.3a y 9.1.3b.

Finalmente, se sustituye cada valor del patrón estimado por muestra durante el relevamiento en la ecuación generada para cada sector y se promedian todos los valores de peso seco, hasta llegar al rendimiento promedio en kg MS/ha, mediante el siguiente cálculo:

$$\text{Vega Húmeda: } 0,01 \text{ kg} \times 10.000 \text{ m}^2 / 0,1 \text{ m}^2 = 1000 \text{ kg MS/ha}$$

$$\text{Vega Seca: } 0,0048 \text{ kg} \times 10.000 \text{ m}^2 / 0,1 \text{ m}^2 = 480 \text{ kg MS/ha}$$



**Figura 9.1.3.** Relación entre el peso seco (g) y la muestra patrón estimada con las ecuaciones de regresión lineal y ajustes ( $R^2$ ) para la vega húmeda (a) y seca (b).



Fotos de los Patrones 1 a 5 identificados en los sectores de una vega húmeda y seca de Santa Cruz

## Evaluación de la composición florística por el método de “Rango de peso seco” (t’Mannetje y Haydock, 1963):

En virtud de la diversidad de especies que componen el pastizal del mallín, resulta aconsejable caracterizar la vegetación como indicador de la calidad forrajera de la oferta disponible y de la condición del pastizal. El método del Rango de peso seco permite estimar de manera rápida y sencilla la composición florística del pastizal. Se basa en la estimación de las especies (o grupos de especies) que aportan el primer, segundo y tercer lugar (ranking) en cantidad de biomasa (en peso seco) dentro de la muestra. Diferentes evaluaciones realizadas en un amplio rango de pasturas y pastizales, que relacionaron el peso real y el ranking de las especies en las muestras, permitieron obtener los valores necesarios para convertir los rankings en porcentaje de composición de las especies.

Los observadores deben considerar diferentes contenidos de humedad (suculentas o fibrosas), forma (hoja ancha o graminosa) y distribución de la biomasa (erectas o planas) de las distintas especies al estimar el aporte a la biomasa total de la muestra. También deberían tener en cuenta los 4 supuestos básicos del método: a) Al menos 3 especies deben aparecer en la mayoría de las muestras; b) El ranking de las especies no debería ser siempre el mismo; c) No debe existir una relación entre la dominancia de una especie y el rendimiento de la muestra; y d) Los porcentajes (70, 21 y 9) son válidos cuando se utilizan en un rango de pastizales. Es importante chequear las estimaciones mediante cortes, separación y pesaje de muestras para evitar errores o tendencias. Además permitirían realizar calibraciones entre los porcentajes obtenidos y los asignados por el método.

La metodología para la aplicación del método es relativamente sencilla. Así, en cada uno de los marcos de muestreo se estima qué especies ocupan el primer, segundo y tercer lugar en términos de cobertura y volumen de biomasa. En función de ello, una vez finalizado el relevamiento, se asigna a las especies que ocupan el 1.º lugar un valor de 70, el 2.º lugar, 21 y el 3.º lugar un valor de 9. Luego, se suman los valores para cada especie dentro de cada sector y se expresan como porcentaje de los valores totales de todas las especies.

Si en alguna ocasión se observaran solamente dos categorías o especies dominantes, se registra aquella más abundante en el 1.º y 2.º lugar. Puede ocurrir que dos especies aporten cantidades similares de materia seca en el marco o resulte difícil establecer una diferencia entre ellas. Si estas especies contribuyen con la mayor parte de la materia seca del marco, se colocan juntas en el primer lugar y a cada una de ellas se le asigna partes iguales del factor que resulta de combinar el valor asignado al primer y segundo lugar, es decir:  $(70 + 21) / 2 = 45,5$ . En el caso que dos especies ocupen el segundo lugar, reciben la parte proporcional de la combinación entre el 2.º y 3.º lugar, siendo:  $(21 + 9) / 2 = 15$ . Por último, si aquéllas ocupan el tercer lugar, el valor asignado a cada una será la mitad del valor correspondiente a dicho lugar, es decir:  $9 / 2 = 4,5$ .

Finalmente, los porcentajes de todas las especies pueden transformarse a pesos reales, multiplicando por las estimaciones totales de peso seco para cada sector. Con estos valores se complementará el dato de la cantidad de forraje disponible para el pastoreo con una mejor idea de la calidad de la dieta ofertada por el mallín.

A modo de ejemplo se presenta un listado de especies utilizado por la EEA Santa Cruz, donde algunas especies fueron agrupadas en categorías, con los códigos para facilitar el registro a campo (Tabla 9.1.7).

**Tabla 9.1.7.** Listado de especies incluidas en categorías con sus correspondientes códigos.

Gramíneas altas y gramínoideas (GA)	Gramíneas bajas y gramínoideas (GB)	Otras categorías de especies
<i>Poa pratensis</i>	<i>Poa</i> sp.	<i>Festuca pallescens</i> (FP)
<i>Hordeum</i> sp.	<i>Trisetum</i> sp.	<i>Acaena</i> sp. (AC)
<i>Deschampsia</i> sp.	<i>Rytidosperma</i> sp.	<i>Azorella</i> sp. (AZ)
<i>Deyeuxia</i> sp.	<i>Festuca magellánica</i>	<i>Juncus balticus</i> (J)
<i>Agrostis</i> sp.	<i>Bromus setifolius</i>	<i>Stipa</i> sp. (S)
<i>Alopecurus</i> sp.	<i>Carex argentina</i>	<i>Taraxacum officinale</i> (TX)

<i>Phleum pratense</i>	<i>Carex andina</i>	Trébol blanco (TB)
<i>Carex</i> sp.		Especie anual (A)
<i>Eleocharis</i> sp.		<i>Caltha</i> sp.
		<i>Hieracium pilosilla</i> (H)
		Otras especies (O)

Tabla 9.1.8. Rankings de especies estimados en 3 muestras.

Muestra	Categoría/Especie	1.º Lugar	2.º Lugar	3.º Lugar	Total
1	FP	70			100
	GB		21		
	TX			9	
2	GB	70			100
	GB		21		
	AZ			9	
3	GA	70			100
	FP		21		
	TX			9	
.....	.....	.....	.....	.....	.....
TOTAL					300

En este caso, la participación porcentual de *Festuca pallescens* (FP) surge del siguiente cálculo:

$$FP (\%) = ((70 + 21)/300) * 100 \% = 30,3 \%$$

Para este ejemplo, si la disponibilidad forrajera de la vega seca fuera de 480 kg MS/ha (resultado del ejemplo Nro. 2 para Santa Cruz), la contribución en peso seco de FP se obtendría a través del siguiente cálculo:

$$480 \text{ kg MS/ha} * 0,303 = 145,4 \text{ kg MS/ha}$$

## 9.2 | Método del Pasturómetro

### 9.2.1 | Introducción

El método del Pasturómetro (PM) es un método no destructivo, cuyo principio se basa en que la biomasa herbácea de un área de pastizales está relacionada con la densidad y la altura de sus componentes individuales. El instrumento consiste en un plato que se desliza sobre un vástago con una escala. El plato comprime levemente la vegetación hasta que la resistencia que ésta ejerce, iguala la presión del plato. De esta manera, la densidad de la pradera, la altura de las plantas y la dureza del material influyen en la altura registrada. Este registro se relaciona con la biomasa aérea disponible mediante el método denominado doble muestreo que consiste en realizar la medición de la altura y en forma simultánea cosechar esa muestra del pastizal. Cada muestra obtenida se seca a estufa a peso constante y se pesa. Con los pares de datos (altura comprimida – peso de pasto) se calcula una ecuación de calibración o estimación.

Este método, si bien requiere realizar la calibración previa para cada caso, posteriormente permite la toma de numerosas muestras (estimaciones) que demandan menor tiempo y esfuerzo que el método tradicional de cortes y los otros métodos de doble muestreo. Además es más fácil de utilizar por personas no experimentadas. Esto permite relevar áreas de mayor superficie y captar la heterogeneidad de los pastizales.



## 9.2.2 | Desarrollo del método

Siempre ha habido una demanda de métodos rápidos para estimar biomasa, particularmente en experimentos de pastoreo a gran escala. El doble muestreo consiste en usar un parámetro menos costoso y más rápido para estimar la variable de interés sin la necesidad de realizar cortes, secado y pesado de muestras de vegetación, cada vez que se quiere estimar la disponibilidad de forraje.

Los métodos no destructivos actualmente en uso son de doble muestreo, es decir que utilizan dos métodos que se solapan. Uno es una determinación precisa de materia seca en unas cuantas muestras (estándares) y la otra es una estimación visual, altura o capacitancia en muchas muestras de una pradera herbácea, incluyendo los estándares. Comúnmente se utilizan modelos de ecuaciones o de proporción en el cual a un valor de  $x$  (predictor) se corresponde un valor de  $y$  biomasa.

La biomasa herbácea en pie de un pastizal está relacionada con la densidad y la altura de sus componentes individuales. Medir la altura individual de las plantas presenta muchas dificultades prácticas. La altura y la densidad pueden ser integradas usando un disco o plato desde una altura conocida. Varios autores a partir de 1950 utilizaron el parámetro de altura y densidad para estimar indirectamente la biomasa aérea de una pastura polifítica. Posteriormente, de 1980 en adelante, para estimar el estrato herbáceo de un pastizal utilizaron diferentes versiones del plato medidor de pastos o pasturómetro. Esta técnica demostró ser útil en experimentos, como un método barato, rápido y suficientemente preciso para monitorear la iniciación de la producción de pasto y la tasa de producción vegetal durante la etapa vegetativa.

## 9.2.3 | Metodología para la aplicación del método:

El método comprende 3 etapas:

**a) Calibración del método:** previamente es necesario recorrer potreros o cuadros de mallines a relevar, para reconocer la heterogeneidad espacial de este tipo pastizal. El pasturómetro requiere una

calibración por tipo de pastizal y estación de crecimiento para determinar la relación entre altura y cantidad de pasto.

El procedimiento consiste primero en colocar un marco con una superficie conocida (usualmente  $0,2 \text{ m}^2$ ) y sobre ella se ubica el vástago interno del pasturómetro hasta tocar la superficie del suelo en el centro de dicha parcela para medir la altura comprimida del pastizal. Si bien existen pasturómetros de distintas formas y tamaños y que ejercen diferentes presiones (en general de  $4$  a  $8 \text{ Kg/m}^2$ ), el más usual en la región está compuesto por un plato de  $0,4 \times 0,4 \text{ m}$  fabricado con metal o policarbonato (Foto 9.2.1) y ejerce una presión de  $6 \text{ kg/m}^2$ . Para tomar la altura, el disco se apoya sobre el pasto de modo que éste se comprima por la presión que el peso estático del plato ejerce y no por haberlo dejado caer desde cierta altura (ya que de esta última manera el plato ejercería una presión mayor sobre el pastizal, sobreestimando la disponibilidad de pasto). De esta forma se puede medir la altura del estrato herbáceo, en la escala que tiene el tubo interior (Foto 9.2.1).

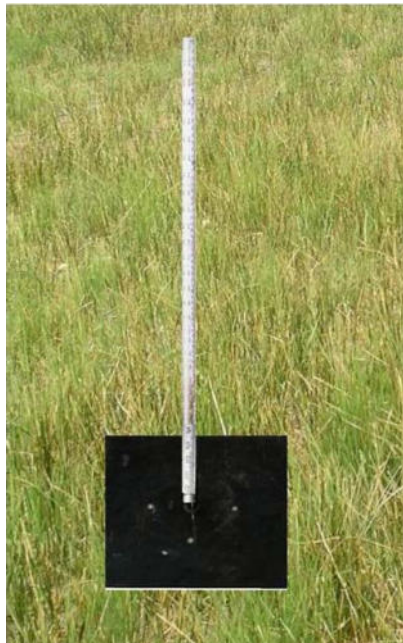


Foto 9.2.1. Pasturómetro

Después de medir la altura, se cosecha la biomasa aérea dentro del marco, cortando al ras del suelo. Si la biomasa aérea cosechada tiene material seco o muerto, se separan, secan y pesan ambas fracciones, para relacionar cada medición de altura con el peso verde y la biomasa total, sino se trabaja toda la muestra en conjunto. Para realizar el ajuste entre peso y altura del pasturómetro, se requiere al menos 30 pares de datos medidos durante el período de crecimiento.

La calibración se realiza mediante el cálculo de una ecuación de regresión lineal y solo a veces cuando aquella no ajusta apropiadamente se puede optar por una no lineal, utilizando como variable independiente la biomasa aérea (expresada en materia seca) y la altura como variable dependiente o regresora. El ajuste o R<sup>2</sup> de la ecuación debería ser igual o mayor al 85 %. Si no fuera así, debería repetirse el ajuste, estimando y realizando nuevas cosechas, aumentando el número de muestras en los sectores del rango de biomasa con menor ajuste.

La ecuación que se calcula para un ajuste lineal es la siguiente:

$$y = a + b * x,$$

donde:

y = biomasa seca disponible;

a = biomasa seca mínimo;

b = incremento de biomasa seca por cada cm de altura;

x = altura (cm)

**b) Mediciones con el pasturómetro:** una vez hecha la calibración para un determinado tipo de mallín se puede recorrer el potrero o las parcelas de ensayo y tomar datos de altura del pasturómetro. Se pueden muestrear de 20 a 30 datos de altura en menos de 30 minutos sin ningún inconveniente.

**c) Estimación de la biomasa a partir de las alturas obtenidas:** por último, se promedian las alturas medidas y con la ecuación obtenida se calcula la biomasa seca disponible por sustitución de la altura (x) promedio en centímetros.

## 9.2.4 | Puntos a favor y alcances

Es un método expeditivo, que permite evaluar grandes superficies en poco tiempo. Necesita un equipamiento sencillo para su implementación. La metodología es sencilla, por lo que cualquier persona puede aplicarlo. Además, pueden evaluarse diferentes tipos de pastizales, siempre que anteriormente se haya realizado la calibración.

Aunque por unidad de muestreo los métodos no destructivos son menos precisos que los métodos de corte, toman menos tiempo por observación e involucra menos esfuerzo físico para los operadores. En comparación con las técnicas destructivas, la biomasa seca disponible puede ser estimada con más precisión a pesar de que en cada parcela se mida con menor precisión. El mayor número de parcelas también ofrece más oportunidad para examinar mejor la heterogeneidad espacial.

El pasturómetro es útil para superar el problema de la elevada variabilidad de biomasa forrajera dentro de la superficie de estudio y permite dar estimaciones precisas de forrajimasa, esencialmente cuando la regresión agrupa un gran número de cortes de calibración, pero se debe recordar que solo sirve para el rango de alturas usadas para la calibración.

El pasturómetro presenta problemas de calibración, cuando en el sitio a evaluar hay presencia de hojarasca, grandes variaciones del microrelieve, vegetación volcada por exceso de crecimiento o viento y abundancia de especies de hoja ancha. Varios autores han advertido del uso del pasturómetro cuando la masa de forraje es demasiado baja o demasiado alta, con plantas con muchos tallos o pisoteadas.

Es necesario el mantenimiento y limpieza del pasturómetro. Sólo con mantenimientos rutinarios de limpieza del eje y plato, cuando tenga barro o vegetación, y que el eje no tenga corrosión, las lecturas son consistentes y con adecuada precisión.

### 9.2.5 | Ejemplos de la aplicación del método:

**Ejemplo Nro. 1.** Estimación del forraje disponible en un mallín salino intersechado con agropiro alargado, en líneas a 30 cm.

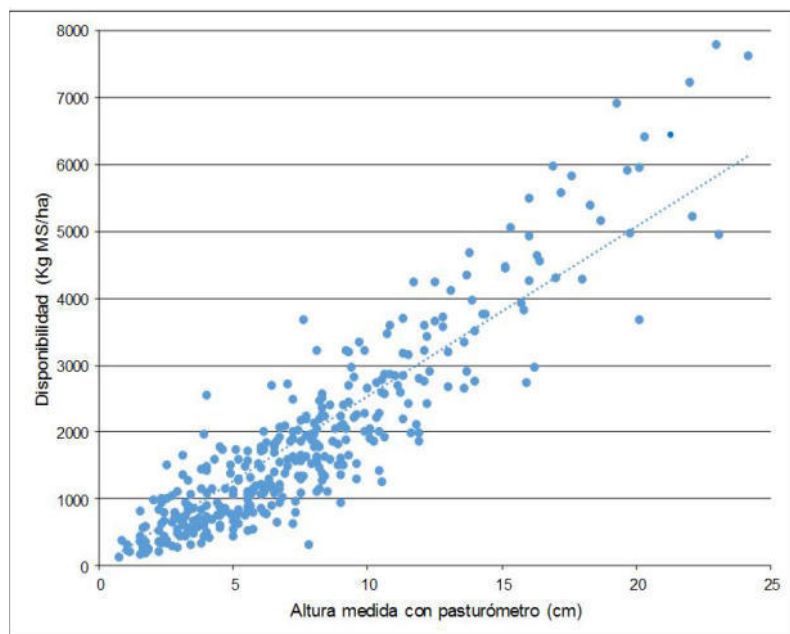
Se utilizó un pasturómetro construido con una placa cuadrada de policarbonato de 0,4 mm de espesor y de 40 cm de lado, que se desplaza sobre un vástago de 1 m con una escala en milímetros y ejerce una presión de 6 kg/m<sup>2</sup>

Se generaron 356 pares de datos (altura-peso) durante todo el ciclo de crecimiento del pastizal de Noviembre 2004 a Abril 2005. Con esta información se determinó la ecuación correspondiente a la recta de regresión entre ambas variables. Las mediciones realizadas durante la temporada tuvieron un rango de alturas de 0,7 a 25 cm y disponibilidades de 125 y 9845 kg MS/ha. Con esta información se ajustó una regresión lineal  $Y = a + bX$  donde "a" es cero (0).

$$Y \text{ (kg MS ha}^{-1}\text{)} = 251,73 (\pm 6,98) X \text{ (altura del pasto), } R^2 = 0,93 \text{ y } P < 0,05$$

Tabla 9.2.1. Coeficientes de regresión y estadísticos asociados.

Coef.	Estadístico	EE	LI (95%)	LS (95%)	p-valor
Altura	251,73	3,55	244,75	258,71	< 0,0001



**Figura 9.2.1.** Recta de regresión de altura obtenida con pasturómetro en un mallín salino intersembrado con agropiro alargado, en el Oeste de Chubut.

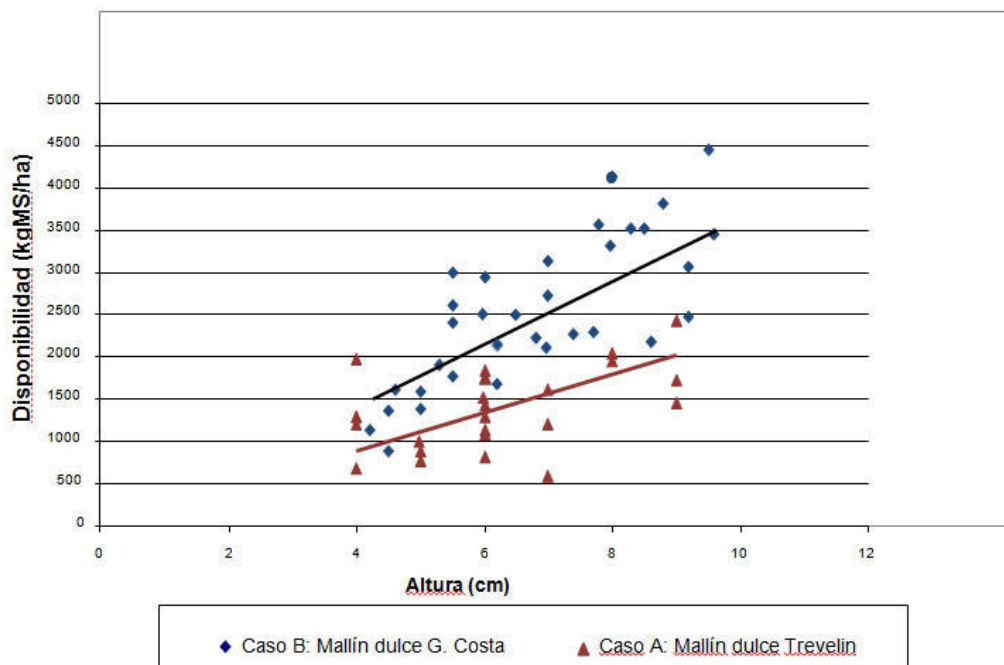
**Ejemplo Nro. 2.** Estimación del forraje disponible en mallines dulces del noroeste del Chubut.

Si bien se trata de mallines dulces, debido a la composición botánica y al estado general de uso, no se puede usar una única calibración para todos los sitios. Como puede observarse en el presente ejemplo, hay mallines que presentan un ajuste similar y por lo tanto se puede usar el mismo modelo para ellos: caso A, en que se englobaron un mallín en Trevelin y uno en Gobernador Costa. El modelo de determinación de la disponibilidad de forraje se detalla a continuación:

**Caso A:** Disponibilidad MS (KgMS/ha) = 393,0 x altura (cm) (p < 0,001) R<sup>2</sup> 0,97

En cambio en el caso B, un mallín al sur de Gobernador Costa, el modelo de regresión para estimar la disponibilidad de pasto en función de la altura sería diferente al modelo anterior como se puede ver a continuación:

**Caso B:** Disponibilidad MS (KgMS/ha) = 224,9 x altura (cm) (p < 0,001) R<sup>2</sup> 0,91



**Figura 9.2.2.** Rectas de regresión de altura estimada con pasturómetro en mallines dulces del Oeste de Chubut.



**Foto 9.2.2.** Medición con pasturómetro y detalle del mismo

## Bibliografía

- Ceballos D. 2010. Informe interno EEA Esquel.
- Demagnet, F. y Canseco, M. 2006. Comparación de métodos indirectos de estimación de la disponibilidad de forraje en praderas permanentes del sur de Chile. En: Sepúlveda, N. y Soto, P., editores. XXXI Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal. Temuco. p. 9 – 10.
- Farmfact. 2008. Using de rising plate meter (RPM). DairyNZ. 3p. <http://www.dairynz.co.nz/feed/feed-management-tools/rising-plate-meter/> Fecha última consulta 29/01/2020.
- Haydock, K. P. and Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 15: 663-670.
- Hidalgo, L. G., Cauhepe, M. A., Viviani, E., Galatoire, A., Mejjome, L. y Colabelli, M. 1990. Evaluación de un método no destructivo para estimación de biomasa forrajera. *Turrialba* 40: 403-409.
- Karl, M. and Nicholson, R. 1987. Evaluation of the forage disk method in mixed grass rangelands of Kansas. *Journal of range management* 40: 467-471.
- Rayburn, E. B. 1997. An Acrylic Plastic Weight Plate for Estimating Forage Yield. West Virginia University Extension Service.
- Rinaldi, C. 2004. Ajuste de un disco de resistencia para praderas sembradas en Basamento Cristalino del Uruguay. Escuela Agraria La Carolina, UTU. Flores, Uruguay.
- Suárez, D. y Utrilla, V. 2005. Evaluación de mallines mediante el método BOTANAL ajustado a vegas de Patagonia Sur. *Cartilla Técnica*. E.E.A. Santa Cruz. Convenio INTA-UNPA-CAP. 9 p.
- 't Mannetje, L. 2000. Measuring Biomass of Grassland Vegetation. In: 't Mannetje, L. and Jones, R. M., editors. *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. CABI Publishing. p:151-177.
- 'tMannetje, L. and Haydock, K.P. 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *J. Br. Grass Soc.* 18:268-275.
- Tothill, J. C., Hargreaves, J. N. G., Jones, R. M. and McDonald, C. K. 1992. BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. CSIRO Austr. Div. of Trop. Crops & Past., Tropical Agronomy. Technical Memorandum N° 78.
- Tothill, J. C., Jones, R. M. and Hargreaves, J. N. G. 1978. BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. CSIRO Austr. Div. of Trop. Crops & Past., Tropical Agronomy. Technical Memorandum N° 8.
- Varano, L. 2007. Medición de la productividad primaria neta en mallines del noroeste de Patagonia, mediante métodos destructivos y no destructivos. Tesis Fac. Cs. Exactas, UN Belgrano.
- Vartha, E. and Matches, A. 1977. Use of a Weighted-disk Measure as an Aid in Sampling the Herbage Yield on Tall Fescue Pastures Grazed by Cattle. *Agronomy Journal* 69 (5) 888-890.
- Villa, M., Buratovich, O. y Nakamatsu, V. 2004. Calibración de un método indirecto de estimación de la disponibilidad de forraje en un mallín salino intersembrado con Agropiro alargado. INTA EEA Esquel.



Este libro describe la caracterización de los pastizales, y los distintos ambientes, se presentan las distintas herramientas que permiten, para cada pastizal, determinar cuánto forraje brindan para realizar una ganadería sustentable, que preserve los bienes y servicios ecosistémicos, y los valores intangibles de nuestra Patagonia.

Es fruto del trabajo de profesionales y técnicos de nuestra institución, de otros organismos de Ciencia y Técnica, de miembros de los estamentos provinciales, y de profesionales de la actividad privada, vinculados con la temática del manejo de los pastizales naturales.



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
**Argentina**