

ARTÍCULO

MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA EN MALLINES DEL NOROESTE DE PATAGONIA, MEDIANTE MÉTODOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS

LAURA VARANO

Resumen del Trabajo Final de Carrera para optar al Título de Licenciada en Ciencias Químicas.
Facultad del Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Belgrano. Marzo de 2007.

Introducción

Importancia ecológica y productiva de los mallines

La Patagonia es una gran región entre árida y semiárida, donde la principal actividad pecuaria es la cría extensiva de ganado ovino, bovino y caprino. Ésta se realiza en estepas, que cubren la mayor parte de la región, y en mallines, que ocupan un bajo porcentaje de la superficie pero en cambio tienen una muy alta productividad. Dada la importancia de estos últimos, es necesario medir su productividad a través de métodos sencillos y rápidos.

En el año 2000, un estudio de Bran et al. definió varias áreas ecológicas en la Patagonia según su clima, altura y relieve. De Oeste a Este se diferencian Cordillera, Precordillera, Sierras y Mesetas Occidentales, Meseta Central y Monte. El presente trabajo fue desarrollado en el área ecológica de Sierras y Mesetas Occidentales, donde la temperatura media anual es de entre 8°C y 10°C y las precipitaciones se concentran en otoño e invierno, variando entre 400 y 200 mm anuales.

Sobre la mayor parte de la región se desarrolla una vegetación de estepa, donde las especies dominantes pueden ser pastos (géneros *Stipa*, *Poa* y *Festuca*, entre otros), arbustos (géneros *Mulinum*, *Senecio*, *Nassauvia*, *Adesmia* y *Schinus*), o una combinación entre ambos (León et al., 1998). Si bien este tipo de praderas ocupa una gran superficie, su productividad es baja, variando entre 50 y 1.000 Kg MS / ha año (Siffredi, 2005).

Los mallines, por el contrario, ocupan solamente de un 2% a un 8% de la región, pero se estima que su productividad es de 10 a 20 veces mayor que la de la estepa. Se encuentran en los sectores bajos del paisaje, sobre las cuencas de ríos y arroyos. Esto permite que tengan una mayor humedad en el perfil del suelo, con napas freáticas muy cercanas a la superficie. De este modo se favorece el desarrollo de una vegetación de pradera, representada principalmente por *Juncus balticus*, *Poa pratensis*, *Festuca pallescens*, y algunas hierbas como *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Taraxacum officinale* (diente de león) (Marcolín et al., 1978).

Existen varias maneras de clasificar a los distintos tipos de mallines, ya sea según su humedad, salinidad u otras características. Una de las clasificaciones más utilizadas es la definida por Boelcke en 1957, basada en la humedad presente en la pradera. De esta manera se diferencian tres zonas: una central o húmeda, donde las especies dominantes son *J. balticus* y *P. pratensis*; una intermedia o subhúmeda, dominada por *F. pallescens* con presencia de *J. balticus*; y una periférica o seca, con matas tanto de *F. pallescens* como de especies propias de la estepa (fig. 1).



a)



b)

Figura 1. a) Mallín húmedo de *J. balticus* y *P. pratensis*, y b) mallín subhúmedo de *F. pallescens*. Pilcaniyeu, 2007.

La estación de crecimiento de los mallines generalmente se extiende entre septiembre y abril (Siffredi, op. cit.). En años muy húmedos puede comenzar en forma tardía, ya que el terreno permanece anegado hasta fines de octubre. Durante esta época los mallines alcanzan su pico de productividad, que varía entre 1.000 y 6.000 Kg MS / ha año en una zona subhúmeda y entre 6.000 y 10.000 Kg MS / ha año en una zona húmeda (Bonvissuto y Somlo, 1997; Siffredi, op. cit.).

Precisamente debido a su gran utilidad, es frecuente que los mallines sufran los efectos del sobrepastoreo. Esto sucede cuando a una pradera se le aplica una carga animal (cabezas de ganado / ha) mayor a la que su productividad puede soportar, lo cual favorece que se manifiesten síntomas de degradación. Como ejemplo se pueden mencionar la pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de suelo por erosión, mayor evaporación del agua del suelo, y aumento del contenido de sales cerca de la superficie (Raffaele, 1999; Oliva, 2006). Para evitar esta situación, existen prácticas tales como el pastoreo estacional, que mejora la distribución de los animales y regula la intensidad y frecuencia del pastoreo (Bonvissuto y Somlo, op. cit.).

Sin embargo, más allá de cuál sea la técnica elegida para disminuir el riesgo de sobrepastoreo, es necesario conocer cuál es la productividad de cada pradera con el fin de determinar la carga animal adecuada. Por esta razón, en este trabajo se realizaron mediciones de productividad en dos clases de mallines, tanto con métodos destructivos (corte) como no destructivos (Botanal, pasturómetros de capacitancia y de altura).

Métodos para estimar la disponibilidad de biomasa aérea

Se llama "biomasa aérea disponible" a todo el material vegetal aéreo cosechado, que se expresa en Kg de materia seca (MS) / ha. En el caso de mallines de Patagonia norte, esto comprende todo el material, sin diferenciar entre hojas y tallos debido a que el ganado ovino consume la planta completa.

Existen varios métodos para estimar la productividad, que se pueden clasificar en destructivos y no destructivos.

Los métodos destructivos consisten en cortar un determinado número de muestras de material vegetal en una superficie conocida, secarlo en estufa y pesarlo. Estas técnicas son confiables ya que se obtiene el peso de manera directa en lugar de estimarlo, pero insumen mucho tiempo y esfuerzo.

En cambio, los métodos no destructivos permiten estimar la productividad primaria neta de manera indirecta. Si bien siempre es necesario tomar como referencia una cierta cantidad de cortes, es posible tomar cientos de mediciones con un método no destructivo y cortar solamente unas 20 muestras para ajustar los resultados. Esto es una clara ventaja con respecto a los métodos destructivos ('t Mannetje, 2000).

A continuación se presenta una breve introducción de los métodos no destructivos utilizados, que se describen en mayor detalle en la sección de Materiales y Métodos.

Botanal (Botanical Analysis): Es un método de estimación visual, desarrollado en Australia a fines de la década de 1970. Consta de tres pasos: elección de una serie de patrones que cubran el rango de disponibilidad de la pradera, estimación visual a campo de la pradera, y calibración del método (Tohill et al., 1978). La principal ventaja de este método consiste en la sencillez con la que se utiliza; si bien hay un cierto componente de subjetividad, ha sido utilizado con éxito anteriormente.

Pasturómetro de altura (disco o "rising plate meter"): Este método mide la altura de la pradera. El instrumento consiste en una placa circular de acrílico que se desliza sobre una escala. El disco comprime levemente la vegetación y se detiene al obtener suficiente resistencia. De esta manera, la densidad de la pradera influye en la altura registrada. Este registro se relaciona con la biomasa aérea disponible. El método se calibra cortando, secando y pesando cierta cantidad de muestras a partir de un marco de superficie conocida (Rayburn, 1997; Rinaldi, 2004; Villa et al., 2004).

Pasturómetro de capacitancia: Es un instrumento desarrollado en Nueva Zelanda, que utiliza como principio de funcionamiento la diferencia de capacitancia entre el aire y el material vegetal presente en una pradera. Consiste en un bastón con dos conductores: una barra delgada, cuyo extremo sobresale en la parte inferior del bastón, y un tubo de metal que la rodea. El instrumento obtiene registros de capacitancia en el aire y en la pradera. La diferencia entre ellos se relaciona con la biomasa aérea disponible (t Mannetje, op. cit.). Al igual que los demás métodos, debe ser calibrado cortando, secando y pesando un determinado número de muestras.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio

El estudio fue realizado en el Campo Experimental de INTA EEA Bariloche, ubicado en las proximidades de la localidad de Pilcaniyeu (80 km al Este de Bariloche). Se encuentra en el área de Sierras y Mesetas Occidentales, en la cual dominan las estepas arbustivas-graminosas, y con menor representatividad areal se encuentran mallines de *P. pratensis*, *J. balticus* y *F. pallescens*.

En un mallín del Campo Experimental se seleccionaron un sector húmedo dominado por *J. balticus* y *P. pratensis*, donde la napa freática se encuentra entre 0 y 60 cm de profundidad, y un sector subhúmedo dominado por *F. pallescens*, donde la napa oscila entre los 60 y 150 cm de profundidad. En cada uno de ellos se construyó una clausura de 40 m x 40 m de lado con alambre romboidal de 1,5 m de altura (fig. 2).



Figura 2. Clausura en el mallín subhúmedo de *F. pallescens*. Pilcaniyeu, 2006.

Mediciones sobre la vegetación

En cada una de las clausuras se realizaron cortes mensuales de biomasa. Para tal fin, en cada fecha de corte se determinaron 2 transectas al azar con la precaución de no ubicarlas sobre sitios cortados previamente. A lo largo de cada transecta se distribuyeron a intervalos regulares 10 marcos de 0,2 m² (32 cm x 62,5 cm). Luego se cortó con tijeras a ras del suelo todo el material vegetal enraizado en el interior de los marcos. Previo a los cortes se realizaron mediciones con los métodos no destructivos.

Las muestras se guardaron en bolsa de polietileno debidamente identificadas. En laboratorio se tomaron al azar 5 muestras del sector húmedo y 5 del sector subhúmedo para separarlas en sus fracciones vivo, seco y muerto, así como en grupos de juncáceas, gramíneas y hierbas. Se llevaron a estufa a 60°C durante 48 horas y luego se pesaron, expresando los resultados en Kg MS / ha.

Botanal: El primer paso consistió en elegir 5 patrones que representaran el rango de disponibilidad de la biomasa aérea, utilizando como referencia un marco de 0,2 m². El material presente dentro de cada marco se cortó al ras y se pesó con una balanza de resorte graduada cada 20 g, para comprobar que existiera una relación lineal entre los patrones. Se les asignaron los valores arbitrarios de 10, 20, 30, 40 y 50 desde el mínimo al máximo respectivamente. A continuación se recorrieron las transectas previamente determinadas, asignando un valor entre 10 y 50 a cada uno de los marcos. Las estimaciones así obtenidas se relacionaron con los registros obtenidos por corte, mediante regresión lineal simple (fig. 3).



Figura 3. Ejemplo de patrones **a)** en el mallín húmedo de *J. balticus* y *P. pratensis* y **b)** en el mallín subhúmedo de *F. pallescens*. Pilcaniyeu, 2007.

Pasturómetro de altura: Se utilizó un disco de acrílico de 40 cm de diámetro que se desliza sobre un caño de metal de 3,8 cm de diámetro. Al momento de las mediciones el disco se dejó deslizar desde una altura de 1 m, registrando en cada marco la altura de la vegetación. El método se calibró analizando los registros de altura con los registros obtenidos por corte (fig. 4).

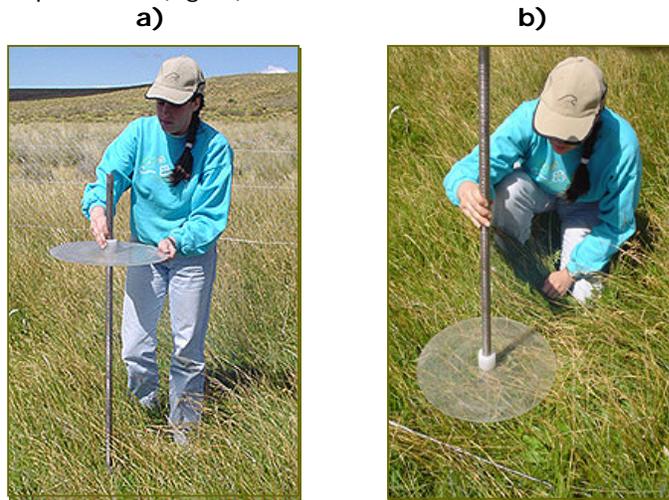


Figura 4. Pasturómetro de altura, **a)** al comienzo de la operación y **b)** al momento de registrar la altura de la vegetación. Pilcaniyeu, 2007.

Pasturómetro de capacitancia: Para realizar las mediciones con este instrumento, se tomó una lectura de capacitancia del aire levantando el bastón en posición vertical de modo que la punta inferior apuntara hacia arriba. Una vez obtenido este registro se recorrió la transecta, apoyando la punta del bastón entre la vegetación de cada marco el tiempo necesario para tomar una lectura. El software del instrumento transformó automáticamente los valores de capacitancia en valores expresados en Kg MS / ha y calculó el promedio de cada transecta. Estos registros se compararon con los obtenidos por corte (fig. 5).

Este último método se utilizó únicamente durante el período pre-experimental, ya que por problemas de funcionamiento del instrumento no se lo pudo utilizar al comenzar la etapa experimental propiamente dicha.

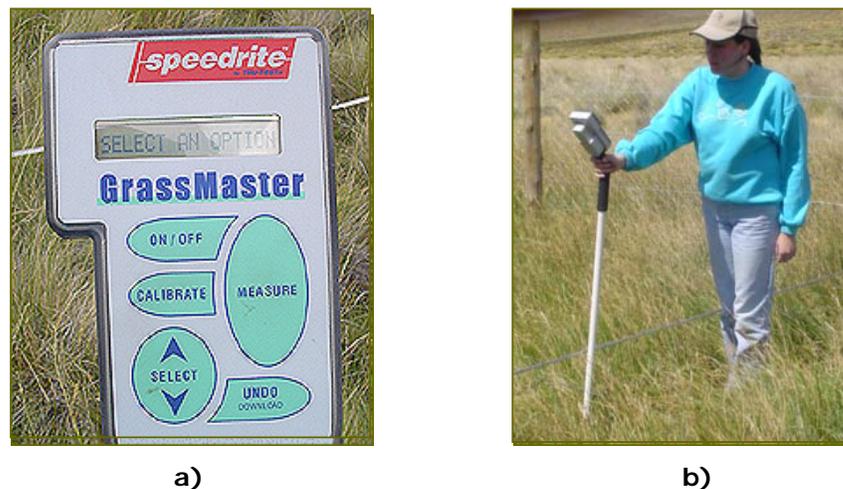


Figura 5. **a)** Pantalla del pasturómetro de capacitancia antes de la medición, y **b)** pasturómetro durante la medición. Pilcaniyeu, 2007.

Resultados y discusión

Producción primaria neta aérea de mallines

Los registros de biomasa aérea obtenidos por cortes mensuales permitieron elaborar curvas de crecimiento para un mallín húmedo y un mallín subhúmedo.

En el mallín húmedo, la biomasa viva aumentó desde 2.000 Kg MS / ha en noviembre hasta alcanzar los 6.800 Kg MS / ha en febrero. Este aumento se explicaría por encontrarse en su etapa reproductiva las juncáceas (*J. balticus*) y gramíneas (*P. pratensis*). En cambio, no se detectaron diferencias significativas entre enero y marzo ($p > 0,05$). En el caso del mallín subhúmedo, la producción aumentó mucho más lentamente, desde 1.000 Kg MS / ha en noviembre hasta un valor de aproximadamente 2.100 Kg MS / ha en enero. Esto podría explicarse porque las gramíneas (*F. pallescens*) realizan un gran aporte de material muerto desde el inicio del período experimental.

Las diferencias de productividad entre las dos clases de mallines son similares a las observadas por Bonvissuto y Somlo (1998) y por Siffredi et al. (2005), que midieron producciones de entre 5.000 y 8.000 Kg MS / ha en mallines húmedos y de 1.000 a 2.500 Kg MS / ha en mallines subhúmedos (fig. 6).

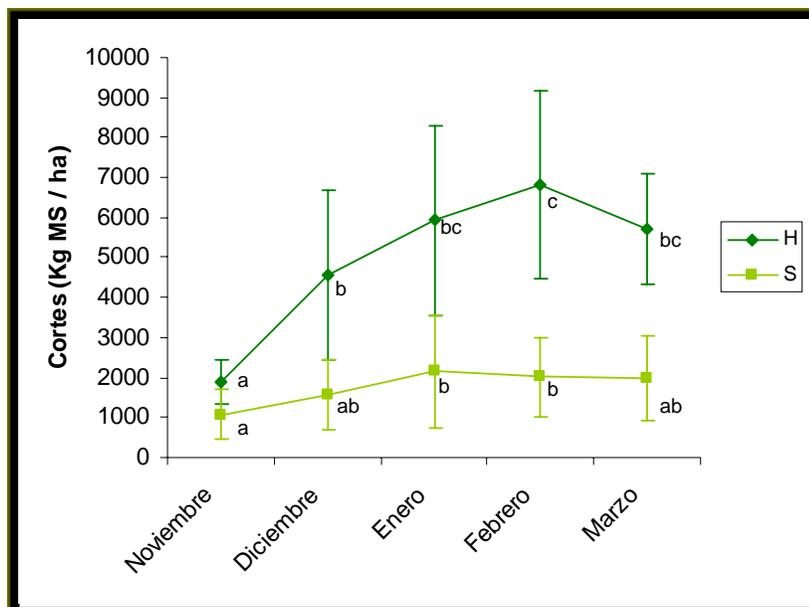


Figura 6. Disponibilidad de biomasa viva (promedio \pm desvío estándar) durante la estación de crecimiento en un mallín húmedo de *J. balticus* y *P. pratensis* (H) y en un mallín subhúmedo de *F. pallescens* (S). Pilcaniyeu, 2006-2007. Letras diferentes dentro de una misma clase de mallín indican diferencias estadísticamente significativas entre fechas de corte ($p < 0,05$).

Al separar la biomasa en sus fracciones vivo, seco y muerto, en el caso del mallín húmedo se observó que la biomasa viva aumenta, encontrándose diferencias significativas sólo entre noviembre y enero ($p < 0,05$). Al expresar los resultados por sus formas de vida, se observó que el mayor aporte lo realizan las gramíneas y juncáceas. Entre enero y marzo se observó un aumento en aporte de las hierbas, debido al crecimiento de *T. repens* (fig. 7).

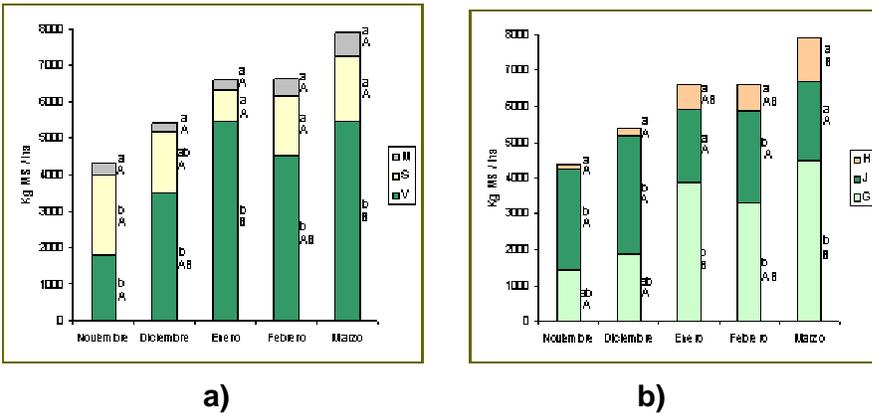


Figura 7. a) Biomasa aérea mensual del material vivo (V), seco (S) y muerto (M) y **b)** de hierbas (H), juncáceas (J) y gramíneas (G) en un mallín húmedo de *J. balticus* y *P. pratensis*. Pilcaniyeu, 2006-2007. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre fracciones (a) o formas de vida (b) para una misma fecha ($p < 0,05$); letras mayúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas para una misma fracción (a) o forma de vida (b) entre fechas ($p < 0,05$).

En el caso del mallín subhúmedo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas para las fracciones vivo, seco y muerto entre fechas de corte ($p > 0,005$). Al separar el material por sus formas de vida, se observó que el aporte principal es realizado por las gramíneas (fig. 8).

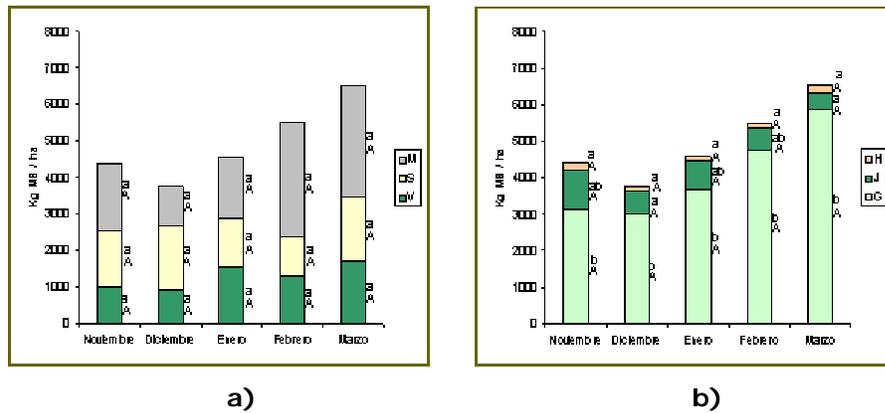


Figura 8. a) Biomasa aérea mensual del material vivo (V), seco (S) y muerto (M) y **b)** de hierbas (H), juncáceas (J) y gramíneas (G) en un mallín subhúmedo de *F. pallescens*. Pilcaniyeu, 2006-2007. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre fracciones (a) o formas de vida (b) para una misma fecha ($p < 0,05$); letras mayúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas para una misma fracción (a) o forma de vida (b) entre fechas ($p < 0,05$).

Ajuste de los métodos

A continuación se muestran los resultados obtenidos al relacionarlos registros de los métodos indirectos con los valores de peso seco de biomasa viva y seca.

Botanal: En las figuras 9 y 10 se muestran algunas de las relaciones entre los valores estimados por Botanal y los datos obtenidos por corte. En el mallín húmedo sólo se encontró un ajuste aceptable en diciembre ($R^2 = 0,62$), mientras que en el mallín subhúmedo se encontró un R^2 entre 0,43 y 0,79 a lo largo de la estación de crecimiento.

Esta diferencia se debe a la estructura de las distintas clases de mallín, ya que en una zona con estructura de matas de *F. pallescens* es más fácil estimar las diferencias en la disponibilidad de biomasa que en una zona de *P. pratensis* y *J. balticus*, más homogénea. Esta homogeneidad se ve claramente en el gráfico para noviembre en el mallín húmedo (fig. 9a). En el caso del mallín subhúmedo, una de las fuentes de error es la presencia de material muerto en las matas, lo cual causa una sobreestimación de la biomasa (fig. 10b).

Sin embargo, la causa principal del bajo ajuste con este método es la subjetividad del observador, así como las diferencias entre observadores. Por ejemplo, en el mes de diciembre las estimaciones fueron realizadas por un observador distinto, que obtuvo un mejor ajuste (fig. 9b y 10a)

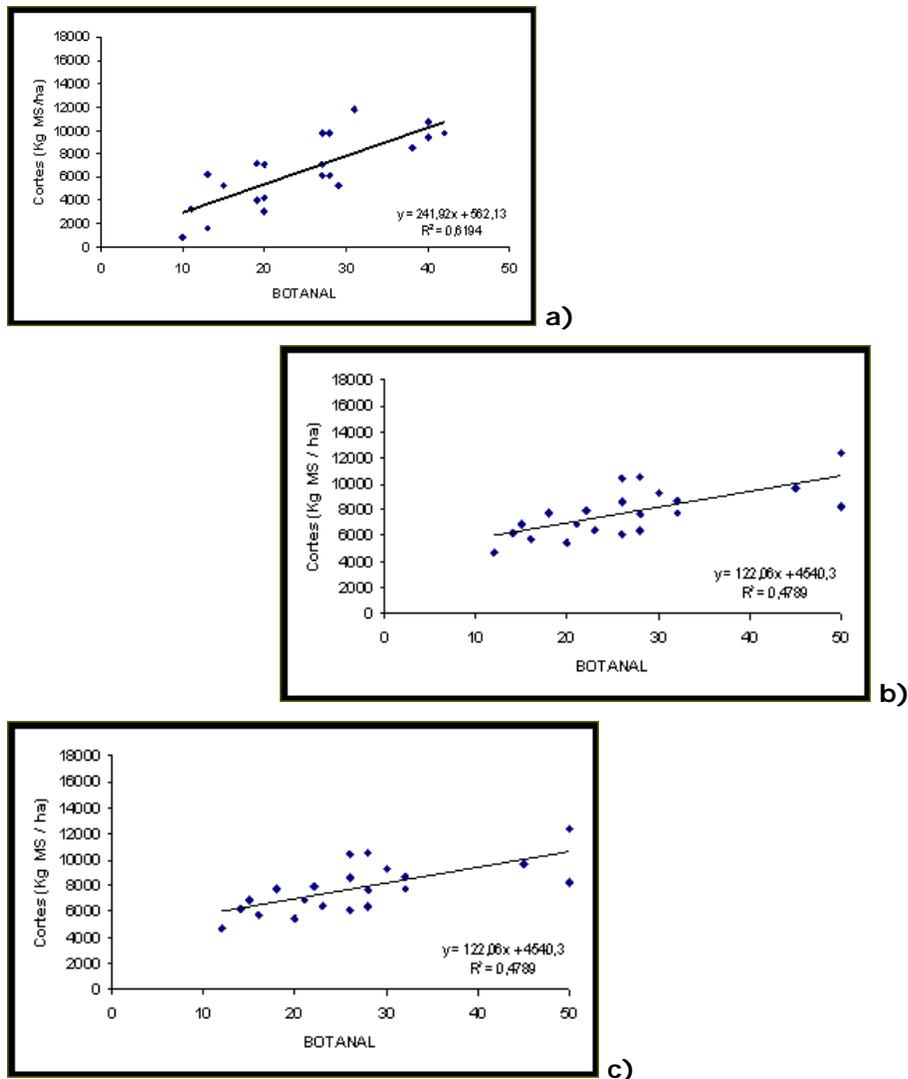


Figura 9. Regresión lineal y R^2 entre las estimaciones realizadas con Botanal y los cortes de biomasa viva y seca en un mallín húmedo de *J. balticus* y *P. pratensis* en **a)** noviembre, **b)** diciembre y **c)** enero. Pilcaniyeu, 2006-2007.

Pasturómetro de altura: En este caso, además de las relaciones mensuales, se obtuvo una relación lineal considerando todos los registros medidos a lo largo de la estación de crecimiento. En el caso del mallín húmedo esta relación fue aceptable ($R^2 = 0,62$), mientras que en el mallín subhúmedo el R^2 fue de 0,42 (fig. 11). Una vez más, la diferencia se debe a la estructura de las dos clases de mallín. El ajuste es mejor en el mallín húmedo ya que en éste la vegetación es homogénea. En cambio, en el mallín subhúmedo, una mata de *F. palleescens* puede detener el disco a una altura mayor que la de la vegetación acompañante, causando sobreestimaciones.

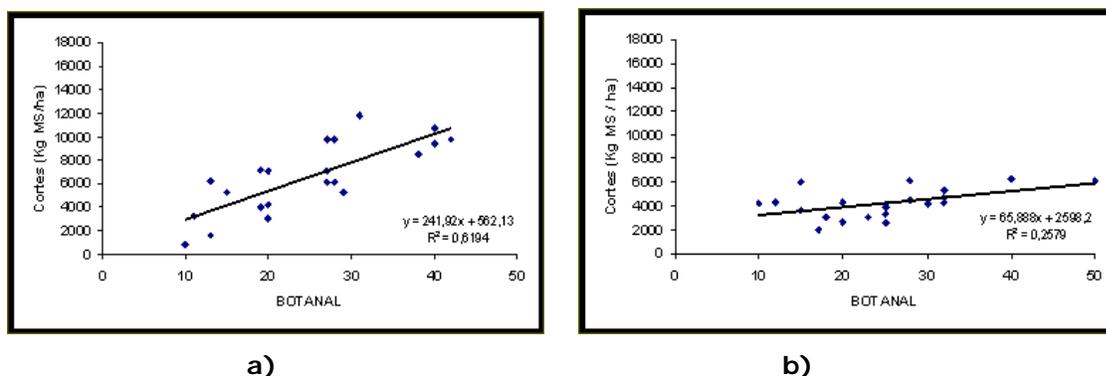


Figura 11. Regresión lineal y R^2 entre la altura de la pradera (pasturómetro) y los cortes de biomasa viva y seca en **a)** un mallín húmedo de *J. balticus* y *P. pratensis* y **b)** un mallín subhúmedo de *F. palleescens*. Pilcaniyeu, 2006 – 2007.

La bibliografía difiere en cuanto a la recomendación de utilizar una sola regresión para toda la estación de crecimiento (Karl y Nicholson, 1987) o calibrar el instrumento cada vez que se lo utiliza (Li et al., 1998). En este estudio, los resultados sugieren que sería posible utilizar una regresión general en el mallín húmedo, pero esto no es conveniente en el caso del mallín subhúmedo.

Conclusiones

En cuanto a las curvas de crecimiento, se puede concluir que el mallín húmedo de *P. pratensis* y *J. balticus* es más productivo que el mallín subhúmedo de *F. palleescens*.

Con respecto a los métodos no destructivos estudiados, en ninguno de los dos casos se obtuvieron relaciones lo suficientemente robustas como para ser utilizadas con fines predictivos. El ajuste obtenido con el pasturómetro de altura fue mejor que el obtenido con Botanal; sin embargo, existen estudios anteriores en los que método Botanal dio un mejor ajuste, por lo que no es conveniente descartar este método.

Los resultados sugieren que es recomendable utilizar el pasturómetro de altura en mallines húmedos, debido a que el método es más apropiado para este tipo de estructura.

Por último, es importante destacar que ambos métodos merecen un estudio más profundo, ya que debido a su sencillez, rapidez y bajo costo representan una buena opción para pequeños y medianos productores. Es posible que al realizar estudios con mayor cantidad de muestras y cubriendo un rango de tiempo más amplio se logre adaptar estos métodos para su uso en mallines de Patagonia nort.

Bibliografía

- Boelcke, O. 1957. Comunidades herbáceas del Norte de la Patagonia y sus relaciones con la ganadería. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, 11:5-98.
- Bonvissuto, GL; Somlo, R. 1997. Guías de condición para los mallines de precordillera y sierras y mesetas de la Patagonia argentina. En: Intercambio de experiencias de pastoreo y conservación de forraje. Seminario Taller Argentino Chileno. III^{ra} Reunión del Grupo Regional Patagónico de Ecosistemas de Pastoreo. INTA – FAO – INIA. p:37-38.
- Bonvissuto, GL; Somlo, R. 1998. Guías de condición para los campos naturales de Precordillera y Sierras y Mesetas de Patagonia. INTA EEA Bariloche – PRODESAR.
- Bran, DE; Ayesa, JA; López, CR. 2000. Regiones Ecológicas de Río Negro. Comunicación Técnica N° 59, Área de Investigación de Recursos Naturales, INTA EEA Bariloche.
- Karl, MG; Nicholson, RA. 1987. Evaluation of the forage-disk method in mixed-grass rangelands of Kansas. *Journal of Range Management*, 40(5):467-471.
- León, RJC; Bran, DE; Collantes, M; Paruelo, JM; Soriano, A. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral*, 8:125-144.
- Li, GD; Helyar, KR; Castleman, LJ; Norton, G; Fisher, RP. 1998. The implementation and limitations of using a falling plate meter to estimate pasture yield. Australian Society of Agronomy. 9th Australian Agronomy Conference.
- Marcolín, A; Durañona, G; Ortiz, R; Sourrouills, E; Latour, MC; Larrama, G. 1978. Caracterización de mallines en un área del sudoeste de la provincia de Río Negro. VIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo AACS; Bs. As.
- Oliva, G. 2006. Perspectivas de control de la desertificación en Patagonia, luego de 15 años de esfuerzos. En: Hepp K., C. Taller Grupo de Estudios Pastizales Patagónicos – FAO. Degradación de ecosistemas pastoriles en la Patagonia. INTA – FAO – INIA. p:11-20.
- Raffaele, E. 1999. Mallines: Aspectos generales y problemas particulares. En: Málvarez AI (ed). Tópicos sobre humedales templados y tropicales de Sudamérica. UNESCO, Montevideo, Uruguay. p:27-33.
- Rayburn, EB. 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.
- Siffredi, GL: 2005. Conceptos de evaluación forrajera y de determinación de la carga animal en Patagonia norte. En: Siffredi, GL; López, CR; Ayesa, JA. Curso de evaluación de recursos naturales para la planificación del pastoreo en los establecimientos ganaderos. Sociedad Rural del Neuquén; Secretaría de Producción (Provincia del Neuquén); INTA AER San Martín de los Andes; INTA EEA Bariloche.
- Siffredi, GL; Gaitán, JJ; López, CR. 2005. Guía de Recomendación de Carga Animal para Mallines. INTA EEA Bariloche. Centro Regional Patagonia Norte.
- 't Mannetje, L. 2000. Measuring Biomass of Grassland Vegetation. En: 't Mannetje, L. y Jones, RM. Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research. CABI Publishing. p:151-177.
- Tohill, JC; Hargreaves, JNG; Jones, RM. 1978. BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field Sampling. CSIRO Australia Divn. Tropical Crops and Pastures, Brisbane, Queensland, Tropical Agron. Tech. Mem. 8.
- Villa, M; Buratovich, O; 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.