

Producción de raíces de dos pastizales pastoreados de la Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires, Argentina

María Laura de Wysiecki¹ y Carolina Perez²

¹ Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores. Calle 2 n° 584. 1900 La Plata. Argentina

² Laboratorio de Ecología Vegetal. Fac. de Ciencias Naturales y Museo. Paseo del Bosque s/n°. 1900 La Plata, Argentina

Resumen. La productividad radical de dos pastizales ubicados a diferente altitud fue estimada a partir del crecimiento de raíces dentro de cilindros de malla plástica rellenos con suelo libre de raíces. En el pastizal basal, ubicado a 450 m sm, la producción fue $560 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$ y en el de altura, ubicado a 850 m sm, $565 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$. El crecimiento fue netamente primaveral en el primero y primaveral y estival en el segundo. En ambos pastizales los procesos de desaparición de raíces dominaron en el verano y el otoño. La desaparición de raíces equivalió a 90% de lo producido anualmente en el pastizal basal y a 42% en el de altura. La mayor concentración de biomasa de raíces (60-67%) se detectó en los primeros 10 cm de profundidad. Los picos de biomasa fueron $645 \pm 85.8 \text{ g.m}^{-2}$ en el pastizal basal y $477 \pm 37.7 \text{ g.m}^{-2}$ en el de altura, ambos en la primavera. La diferente fenología registrada en los procesos funcionales de estos pastizales puede explicarse por su diferente composición de especies, ya que en el basal predominaron gramíneas de ciclo invierno-primaveral (micro y mesotérmicas), mientras que en el pastizal ubicado a mayor altura codominaron especies de ciclo estival (megatérmicas).

Abstract. Root productivity, estimated by growth into plastic (16 mm² mesh) cylinders filled with soil free from roots, was 560 g.m^{-2} and 565 g.m^{-2} in a low altitude grassland (450 m sm) and a high altitude grassland (850 m sm), respectively. Peaks of productivity were registered in spring in the low site and in spring and summer in the high site. Biomass losses dominated in summer and fall in both grasslands. 90% of annual production disappeared at the low grassland, and 42% at the high grassland. 60-67% of root biomass was concentrated in the top 10 cm of soil. Peaks of biomass were $645 \pm 85.8 \text{ g.m}^{-2}$ and $477 \pm 37.7 \text{ g.m}^{-2}$ at the low and high altitude grasslands, respectively, and both were registered in the spring. The differences observed in these functional aspects of these grasslands might be attributed to their different species composition. The low-altitude grassland was dominated by cool-season grasses, while the high-altitude grassland was dominated by warm-season grasses.

Introducción

El 60 a 90% de la productividad primaria neta y el 90% de la productividad secundaria de los pastizales se verifica en el suelo; la primera como raíces y la segunda como microorganismos (Stanton 1988). Pese a su importancia, se dispone de poca información, en comparación con los valores de productividad primaria neta aérea, debido a, entre otras cosas, la escasez de buenos métodos y al tiempo involucrado en el procesamiento de las muestras (Persson 1990). Entre los métodos más frecuentemente utilizados se encuentra el que se basa en el muestreo secuencial de la biomasa radical a partir de la extracción de cilindros de suelo (Böhm 1979) y el de la ocupación de suelo libre de raíces (Cuevas 1983). Algunos autores cuestionan dichos métodos porque sobreestiman la producción de raíces debido a la heterogeneidad espacial de su distribución en el terreno (Singh et al. 1984), mientras que otros consideran que la subestiman porque no tienen en cuenta la exudación de las

raíces, la pérdida de pelos radicales, de capas corticales y el consumo de los herbívoros (Coleman 1976, Martínez García 1987, Persson 1990.) El objetivo del presente trabajo es estimar la producción radical de dos pastizales naturales pastoreados ubicados a diferentes alturas (450 m sm y 850 m sm), de la Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires.

Materiales y Métodos

El área de estudio se encuentra en las serranías del Sistema de Ventana, en la cuenca del Arroyo San Diego, en la vertiente oriental del cerro Napostá a los 38°07'S y 61°55' W aproximadamente. La precipitación anual, en Sierra de la Ventana, es de 715 mm, promedio de 70 años, con un mínimo de 32 mm en agosto y un máximo de 94 mm en marzo (Servicio Meteorológico Nacional). Existe una alta variabilidad en la precipitación anual y mensual (de hasta un 50%) (Cappannini et al. 1971). La temperatura media anual es de 14°C con una mínima media de 8°C en julio y una máxima media de 20.5°C en enero.

Los sitios elegidos son dos pastizales naturales ubicados a distinta altura, uno a 450 m sm, al que llamaremos basal, y otro a 850 m sm que llamaremos de altura. En el primero, las gramíneas dominantes son *Piptochaetium montevidensis* (Spr.) Parodi, *Stipa papossa* Nees., *Briza brizoides* (Lam) O.Ktze. y las dicotiledóneas *Chevreulia sarmentosa* (Pers.) Blake, *Geranium molle* L y *Oxalis cordobensis* R. Knuth. La cobertura vegetal es 100%. El relieve es suavemente ondulado. El suelo es un hapludol típico con 90 cm de profundidad y con presencia de raíces abundantes en los primeros 20 cm. En el segundo sitio las especies dominantes son *Sorghastrum pellitum* (Hack.) Parodi, *Stipa filiculmis* Del., *Eryngium nudicaule* Lam. y *Danthonia cirrata* Hack et Arech. La cobertura vegetal es 85%. El relieve presenta una pendiente suave (3 a 5%). El suelo es un argiudol típico con 69 cm de profundidad y raíces abundantes en los primeros 20 cm (Ricci 1992). La pedregosidad es del 33%.

La productividad radical se estimó por el método de ocupación de suelo descrito por Cuevas (1983) que está basado en la acumulación de raíces a lo largo del tiempo en cilindros de malla plástica rellenos con tierra libre de raíces. Se utilizaron cilindros de 7.5 cm de diámetro, 8 cm de alto y trama de 4 mm de lado, los cuales se colocaron en el terreno, a lo largo de transectas, por medio de un barreno calador a dos profundidades (0-10 cm y 10-20 cm). Se rellenaron con tierra libre de raíces, en cantidad equivalente a la densidad aparente del suelo. Se diagramaron dos muestreos diferentes, A y B.

En el muestreo A, los cilindros se colocaron en el mes de noviembre de 1984 y luego a intervalos se extrajeron, al azar, subconjuntos de ellos. Se analizó la variación de la biomasa de raíces entre muestreos consecutivos, considerándose que la producción equivalía a los incrementos de biomasa y la desaparición a los decrecimientos. En la desaparición se incluyeron las pérdidas de biomasa debidas principalmente a la descomposición y a la herbivoría. Los valores anuales de producción y desaparición se obtuvieron sumando los valores parciales obtenidos para los diferentes intervalos. Las extracciones de cilindros se iniciaron en agosto de 1985. Debido a que el intervalo de tiempo transcurrido desde la colocación de los cilindros fue muy largo, para el cálculo de la producción y la desaparición de raíces, a todas las extracciones posteriores realizadas se le restó la biomasa de la extracción inicial. Las diferencias de biomasa entre muestreos consecutivos se analizaron mediante el test de t de Student ($\alpha=0.05$). El número de muestras retiradas para cada profundidad y fecha está en la Tabla 1.

En el muestreo B, los cilindros se colocaron en distintas fechas coincidiendo con las extracciones del muestreo A y se retiraron en el muestreo siguiente. La biomasa de raíces contenida equivalía a la producción ocurrida en el intervalo. El número de muestras fue variable (Tabla 2).

En todos los casos, las muestras extraídas se guardaron en bolsas de polietileno y se mantuvieron en congeladora a -11°C hasta su separación, la cual se realizó lavando la muestra con agua corriente sobre un tamiz de malla fina. Se secó a estufa a 60°C durante 48 h y se pesó con una precisión de 0.1 mg. La separación de las raíces vivas y muertas se realizó manualmente de acuerdo a la apariencia visual. Las raíces vivas son las de mayor elasticidad, cuyo color puede ser blanco, amarillo hasta marrón, y las raíces muertas son frágiles, y de coloración oscura (Böhm 1979). Las vivas se

separaron en gruesas y finas considerando el límite entre estas categorías el diámetro de 1 mm.

Tabla 1. Muestreo A. Biomasa de raíces y distribución por estratos en dos pastizales a distinta altitud.
Table 1. Sampling A. Root biomass and vertical distribution at two grasslands differing in their altitude.

Profundidad (cm)	Pastizal basal (450 m sm)				Pastizal de altura (850 m sm)			
	0-1	10-20	0-20		0-1	10-20	0-20	
	0		\bar{x}	E.S.	0		\bar{x}	E.S.
	%	%	(g/m ²)		%	%	(g/m ²)	
Agosto 12 de 1985 (n=10)	65	35	182.78	27.16	63	37	145.88	21.27
Diciembre 11 de 1985 (n=15)	67	33	644.69	85.85	66	34	476.76	37.72
Marzo 7 de 1986 (n=15)	74	26	261.04	19.48	70	30	388.05	58.46
Mayo 12 de 1986 (n=10)	70	30	173.54	15.97	69	31	287.70	34.72
Agosto 12 de 1986 (n=15)	74	26	234.65	21.43	64	36	403.04	89.09

Tabla 2. Muestreo B. Biomasa de raíces y distribución por estratos en dos pastizales a distinta altitud.
Table 2. Sampling B. Root biomass and vertical distribution at two grasslands differing in their altitude.

Profundidad (cm)	Pastizal basal (450 m sm)				Pastizal de altura (850 m sm)			
	0-1	10-20	0-20		0-1	10-20	0-20	
	0		\bar{x}	E.S.	0		\bar{x}	E.S.
	%	%	(g/m ²)		%	%	(g/m ²)	
Diciembre 11 de 1985 (n=10)	57	43	241.51	25.33	64	36	236.96	11.77
Marzo 7 de 1986 (n=15)	64	36	104.48	8.18	41	59	168.40	17.92
Mayo 12 de 1986 (n=10)	70	30	92.05	10.05	52	48	81.79	14.03
Agosto 12 de 1986 (n=15)	60	40	121.56	13.55	65	35	98.19	6.23

Tabla 3. Tasas diarias de producción y desaparición de raíces estimadas por el muestreo A y tasa diaria de producción por el muestreo B.

Table 3. Daily rates of productivity and disappearance estimated by sampling A, and productivity estimated by sampling B.

Intervalo	Días	Metodo A				Metodo B	
		Producción (g/m ² .día)		Desaparición (g/m ² .día)		Produccion (g/m2.día)	
		P. basal	P. de altura	P. basal	P. de altura	P. basal	P. de altura
Agosto-Diciembre 85	120	3.85	2.76	0	0	2.01	1.98
Diciembre 85-Marzo 86	85	0	0	4.51	1.04	1.22	1.98
Marzo-Mayo 86	66	0	0	1.33	1.52	1.42	1.26
Mayo-Agosto 86	91	0.67	1.27	0	0	1.33	0.85

Resultados

En todas las muestras extraídas se encontraron raíces, las cuales fueron en su totalidad vivas y finas. La productividad y la desaparición de las raíces se calculó para la profundidad de 0-20 cm.

De acuerdo con el muestreo A. En el pastizal basal la biomasa pico fue $645 \pm 85.8 \text{ g.m}^{-2}$ y se detectó en Diciembre de 1985. El 67% se localizó en los primeros 10 cm de profundidad (Tabla 1). La biomasa de las posteriores extracciones mostró un marcado descenso. En la primavera y mínimamente en el invierno, se detectó productividad (3.85 y $0.67 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$ respectivamente). Los procesos de desaparición dominaron en el verano y el otoño (4.51 y $1.33 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$ respectivamente) (Tabla 3). La productividad anual fue $514 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$. De lo producido anualmente, el 90% desapareció. En el pastizal de altura la biomasa pico fue $477 \pm 37.7 \text{ g.m}^{-2}$ y se detectó en Diciembre de 1985, concentrándose el 66% en los primeros 10 cm (Tabla 1). La producción fue máxima en primavera y menor en el invierno (2.76 y $1.27 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$ respectivamente). Los procesos de desaparición dominaron en el verano y el otoño (1.04 y $1.52 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$ respectivamente) (Tabla 3). La productividad anual fue $446 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$. De lo producido anualmente, el 42% desapareció.

De acuerdo con el muestreo B, en el pastizal basal existió producción todo el año (Tabla 2), registrándose la mayor tasa en la primavera ($2.01 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$). El resto del año las tasas fueron menores (Tabla 3). La productividad anual fue $560 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$. En el pastizal de altura también existió producción todo el año (Tabla 2), registrándose las mayores tasas en la primavera y en el verano ($1.98 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$, en ambos momentos)(Tabla 3). La productividad anual fue $565 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$.

Discusión

Se verificó en ambos pastizales una fuerte concentración (67-66%) de las raíces finas en los primeros 10 cm del suelo. Las raíces finas constituyeron más del 70% de la biomasa radical de estos pastizales (de Wysiecki y Perez, no publicado).

El muestreo A permitió estimar los procesos de desaparición, poniendo en evidencia el dinamismo de este compartimiento ya que, especialmente en el pastizal basal, casi el total de las raíces que crecieron, desaparecieron en el mismo año. Ares (1976), observó en *Bouteloua gracilis* que una importante proporción de las raíces finas (no suberizadas) morían y se descomponían en la misma estación de crecimiento mientras que un porcentaje menor se engrosaba. En *Eragrostis curvula*, Fernández et al. (1988) estimaron una tasa de renovación de las raíces superior a 1 y Montani et al. (1989) señalaron pérdidas entre un 10 y 38% por descomposición en dos meses, según la profundidad. Con respecto a la producción de ambos pastizales, no hubo diferencias en el valor anual estimado pero se registraron diferencias en las tasas, siendo en el pastizal basal la tasa primaveral mayor que en el de altura.

El muestreo B registró producción durante todo el año en ambos pastizales, pero en el pastizal basal se detectó la mayor tasa en la primavera mientras que en el de altura las mayores tasas, similares entre sí, se registraron en la primavera y en el verano. Estas diferencias entre pastizales podrían explicarse en parte por la diferente composición florística de ambos sitios. Ricci (1992) señala para el pastizal basal un predominio de gramíneas de ciclo invierno-primaveral (micro y mesotérmicas) como son *Stipa*, *Piptochaetium*, *Briza*, *Melica*, con un pico de productividad neta aérea primaveral. Para el pastizal de altura destaca la importancia de géneros de ciclo estival (megatérmicas) como *Sorghastrum* y *Eragrostis* junto con gramíneas meso y microtérmicas, detectando dos picos de productividad neta aérea, uno en primavera y otro en el otoño.

Comparando las tasas de producción obtenidas por ambos métodos para un mismo sitio, las diferencias registradas pueden deberse a la existencia de una masa de raíces previamente formada en el muestreo A. Es importante destacar que el proceso de crecimiento y descomposición de raíces es un fenómeno continuo en las gramíneas y teniendo en cuenta la duración de los intervalos de muestreo, este estudio podría estar subestimando la productividad radical.

Agradecimientos. Agradecemos a Jorge Frangi por la lectura crítica del manuscrito, a los revisores anónimos por las sugerencias brindadas y a los alumnos del curso de Ecología de Comunidades y Sistemas y de Pastizales y Estepas del año 1984 por su valiosa colaboración en las tareas de campo. Este estudio fue financiado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Contribución Científica del CEPAVE n° 237.

Bibliografía

- Ares, J. 1976. Dynamics of the root system of blue grama. *J. Range Manage.* 29: 208-213.
- Böhm, W. 1979. *Methods of studying root systems*. Ecological Studies 33. Springer-Verlag. Berlín. 188 pp.
- Cappannini, D. C., O. Scoppa y J. R. Vargas Gil. 1973. *Suelos de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires*. INTA 2-86. Buenos Aires.
- Coleman, D. C. 1976. A review of root production processes and their influence on soil biota in terrestrial ecosystems. Págs. 417-434. En : *The role of terrestrial and aquatic organism in decomposition processes*. J.M. Anderson y A. Mac Fadyen (eds.). Blackwell Sc. Pub. London.
- Cuevas, E. V. 1983. Crecimiento de raíces finas y su relación con los procesos de descomposición de materia orgánica y liberación de nutrientes en bosques del Alto Río Negro en el Territorio Federal Amazonas. Tesis Doctoral. Inst. Venezolano de Invest. Científicas. 177 pp.
- Fernández, O.A.; Montani, T. y R.A. Distel. 1988. El sistema radical de especies de zonas áridas y semiáridas. Algunas estrategias de supervivencia. *Interciencia* 13:25-30.
- Martínez García, D. F. 1987. Biomasa y productividad del sistema radical del matorral xerofítico del área del P.N. Doñana. Trabajo de Licenciatura. Fac. de Biología de la Univ. de Sevilla.
- Montani, T.; Delmastro, S.E. y O.A. Fernández. 1989. Biomasa radical y la dinámica de su crecimiento en *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees. *Studia (Ecologica)*, 6:79-96.
- Persson, H. 1990. Methods of studying root dynamics in relation to nutrient cycling. Págs: 198-219. En: *Nutrient cycling in terrestrial ecosystems. Field methods, applications and interpretation*. A. F. Harrison, P. Ineson y O. W. Heal (eds.). Elsevier Applied Science.
- Ricci, S.E. 1992. Relaciones entre la vegetación y la actividad agropecuaria en el área de Sierra de la Ventana. Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias Naturales y Museo. U.N.L.P.
- Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas climatológicas 1916-1986. Fuerza Aérea Argentina. Buenos Aires.
- Stanton, N.L. 1988. The underground in grasslands. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 19:573-589.

Recibido: 22/10/93

Aceptado: 5/8/94