

ACUMULACION DE BIOMASA, NITROGENO Y FOSFORO EN UN PASTIZAL NATURAL FERTILIZADO DE LA PAMPA DEPRIMIDA, ARGENTINA

G RUBIO, M A TABOADA, R S LAVADO, H RIMSKI-KORSAKOV, M S ZUBILLAGA

Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires Av. San Martín 4453 - (1417) Buenos Aires - Argentina Email: gerub@ferlav.agro.uba.ar

BIOMASS, NITROGEN AND PHOSPHORUS ACCUMULATION IN A FERTILIZED GRASSLAND OF THE FLOODING PAMPA, ARGENTINA

A field study was conducted to determine the influence of nutrients addition on biomass and nutrient accumulation of a grassland community. The study lasted 18 months and was located at Chascomús (Prov. Buenos Aires, Argentina) and a factorial design (nitrogen x phosphorus) was used. Labile fractions of soil phosphorus were also measured. Biomass production showed a marked seasonality, minimum in winter, which did not change with fertilization. Significant increases in dry matter accumulation due to fertilization were observed in two measurement dates. Phosphorus addition overcompensated the phosphorus lost in removed dry matter and removed nitrogen were greatest than nitrogen inputs (in all treatments). Fertilization had little influence on nutrient composition of herbage and on fractionation of labile phosphorus.

Key words: Grasslands-Fertilization-Soil phosphorus fractionation-Nutrient balance

INTRODUCCION

Las limitaciones ambientales de la Pampa Deprimida (Argentina) provocan que la implantación de cultivos o pasturas presente serias limitaciones de aplicación. Por ello, se estima que los pastizales naturales seguirán constituyendo la base de su actividad agropecuaria (Soriano 1991). Consecuentemente, resulta del mayor interés incrementar la productividad de este recurso. En este contexto, las mejoras tecnológicas deberían incluir la introducción del manejo controlado de la hacienda (Deregibus, Cauhépe 1983) y la adición de nutrientes mediante la fertilización. Las deficiencias de fósforo se extienden a casi todos los suelos de la región (Darwich 1990). En cambio, los suelos predominantes poseen contenidos de nitrógeno total medios a altos, aunque no siempre se traducen en altos contenidos de nitrógeno disponible (Taboada, Lavado 1986).

La predicción de la respuesta al agregado de nutrientes posee un elevado grado de incertidumbre. En los pastizales de la Pampa Deprimida, a esa incertidumbre se adiciona la variada composición florística, con plantas de distinto tipo de respuesta a la fertilización (Mendoza *et al.* 1983; Rubio *et al.* 1995a;b). Por otra parte, los nutrientes presentes en los fertilizantes poseen destinos alternativos a la absorción, por lo que el destino pretendido (la planta) suele ser cuantitativamente minoritario. Por ejemplo, el fósforo del fertilizante puede ingresar en compartimientos de baja disponibilidad en el suelo. En el caso del nitrógeno, existen muchos flujos que impiden efectuar un balance sencillo y dificultan el análisis del destino del fertilizante (Chaneton *et al.* 1996).

Nuestro objetivo fue determinar la respuesta de una comunidad de un pastizal de la Pampa Deprimida a la fertilización fosforada y nitrogenada, en un contexto de manejo controlado de la hacienda. Adicionalmente se efectuó una aproximación al balance de nutrientes del sistema y se evaluó el destino del fósforo del fertilizante agregado hacia los compartimientos lábiles del suelo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se efectuó en la Estancia Los Nogales, ubicada en Chascomús (Pcia. de Buenos Aires, Argentina). Se trabajó en uno de los ambientes más representativos del área, media loma alta, dominado por *Argüdoles ácuicos*. Se trata de un suelo que no ha sido cultivado desde hace muchos años. Su perfil se compone de horizontes Ah, BA, Bt, BC y C. Su horizonte superficial posee baja salinidad, pH=6,4, 0,33% de nitrógeno total y 5,8 ppm de fósforo Bray y Kurtz. La comunidad vegetal está integrada por especies de elevado valor forrajero. Las principales especies que la componen poseen período reproductivo primaveral: *Gaudinia fragilis*, *Stipa neesiana* y *Lolium multiflorum*, o estivo/otoñal: *Botriochloa laguoides*, *Centaureum pulchellum*, *Paspalum dilatatum* y *Sporobolus indicus*.

Se cercó un sector de aproximadamente 5.000 m² y se demarcaron parcelas de 100 m² (bordura: 2m), las que se asignaron aleatoriamente a los tratamientos (tres parcelas por tratamiento). El ensayo se ajustó a un diseño factorial. Los tratamientos fueron: control, fertilización nitrogenada (N), fertilización fosforada (P) y la combinación de ambos (NP). Las dosis de fertilización fueron 33 kg de N ha⁻¹ (como urea) y 16 kg de P ha⁻¹ (como superfosfato triple). La fertilización fue manual, en superficie y se efectuó en setiembre de 1992. Durante la duración de este experimento no se refertilizó.

Los cortes de biomasa aérea se efectuaron en diciembre 1992, abril 1993, agosto 1993, diciembre 1993 y marzo 1994. Se removió el material por encima de los tres cm, y se promediaron

los valores de tres marcos de 0,20 m² por parcela. Luego de la fertilización y de cada uno de los cortes, se permitió la entrada de vacunos a las parcelas. Se utilizó una alta carga instantánea y los animales fueron retirados cuando la altura modal del pastizal alcanzó entre tres y cinco cm. Con este sistema se simuló un pastoreo rotativo y quedó contemplado el efecto del pastoreo directo de la hacienda sobre el ciclado de nutrientes. El material vegetal cosechado fue secado a 60°C hasta constancia de peso y luego pesado. En las muestras se determinó el contenido de fósforo (digestión ácida y determinación colorimétrica) y de nitrógeno (método de Kjeldahl).

En tres de las fechas mencionadas (diciembre 1992, agosto 1993 y marzo 1994) se extrajeron tres muestras de los primeros cinco cm del suelo de los tratamientos control y P. En estas muestras se extrajo el fósforo ubicado en los tres compartimientos de mayor labilidad, de acuerdo al método secuencial de Hedley *et al.* (1982). Los resultados fueron analizados estadísticamente por medio de ANVA y test Duncan para diferencia de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

La producción de biomasa del pastizal fue elevada (Tabla 1), hecho que debe ser relacionado con las altas lluvias (total en los 18 meses del ensayo: 2.510 mm). Como era esperable, la primavera fue la estación más productiva, aunque se observó una importante variación interanual en la productividad primaveral. En el período analizado, el incremento en la producción de biomasa aérea total del tratamiento NP con respecto al control alcanzó el 26%. Los efectos de la fertilización no siguieron un patrón continuo. En la primer fecha de medición (diciembre 1992) la producción de biomasa no resultó afectada por la fertilización. En cambio, si se observaron diferencias en la fecha siguiente (abril 1993), que evaluó la productividad estival. En esta fecha, la acumulación de biomasa en el tratamiento NP resultó un 60% superior respecto del control. De acuerdo a los resultados del ANVA, el factor fósforo fue el principal responsable del incremento ($P < 0,04$), siendo no significativo el efecto del nitrógeno. La otra fecha en que se registraron diferencias significativas fue diciembre 1993, siendo en este caso también mayor el efecto del factor fósforo ($P < 0,02$) que del nitrógeno ($P < 0,06$). En este caso la diferencia entre el control y el tratamiento NP fue del 55%. No se registraron diferencias en la productividad atribuibles a la fertilización en agosto 1993 ni en marzo 1994.

Los resultados obtenidos, así como otros hallados en la región (Deregibus, Cauhépe 1983; Sala *et al.* 1981), corroboran la idea ya generalizada que el invierno es la etapa más débil de la cadena forrajera. La fertilización no logró revertir este descenso invernal (Tabla 1), lo cual puede ser relacionado con resultados previos (Rubio *et al.* 1995b). Estos autores observaron que las especies invernales de una comunidad vecina poseen menor capacidad de respuesta en su crecimiento ante la fertilización que las estivales. Debido a la gran

estacionalidad, se sugiere que para optimizar el aprovechamiento del incremento de la oferta forrajera, es necesario implementar prácticas como el pastoreo diferido o la cosecha mecánica de los excesos primaverales.

A partir de los datos de absorción de nutrientes, se efectuó una aproximación al balance de los mismos en el sistema. Para ello se utilizaron los mismos ingresos y salidas del balance realizado en un pastizal cercano por Chaneton *et al.* (1996). El total de nitrógeno extraído desde el suelo durante el período del ensayo fue 198 kg N ha⁻¹ en el control y 252 kg N ha⁻¹ en el tratamiento NP. Considerando similar proporción del nitrógeno de la ingesta retornado efectivamente al suelo que el calculado en el trabajo citado, en nuestro caso la hacienda habría retornado 143 kg N ha⁻¹ en el control y 181 kg N ha⁻¹ en el tratamiento NP. La exportación neta habría estado en el orden de los 55 kg N ha⁻¹ en el control y de los 71 kg N ha⁻¹ en el tratamiento NP. Si en este último tratamiento se descuentan los 32 kg N ha⁻¹ agregados como fertilizante,

Tabla 1. Acumulación de materia seca, nitrógeno y fósforo. Tratamientos: control (C), nitrógeno (N), fósforo (P) y nitrógeno y fósforo (NP). Valores promedio \pm error standard.

Fecha	Tratamiento	Materia seca (Mg ha ⁻¹)	Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	Fósforo (kg ha ⁻¹)
Diciembre 1992	C	7,39 \pm 1,49	55,2 \pm 7,56	7,56 \pm 1,97
	N	8,22 \pm 0,91	59,9 \pm 9,29	7,51 \pm 1,37
	P	7,19 \pm 0,24	60,4 \pm 11,7	10,1 \pm 1,97
	NP	8,18 \pm 2,35	62,3 \pm 5,00	9,71 \pm 1,05
Abril 1993	C	3,97 \pm 0,87	41,6 \pm 10,5	4,89 \pm 1,60
	N	4,41 \pm 0,37	43,7 \pm 6,69	5,06 \pm 1,04
	P	4,82 \pm 0,53	43,0 \pm 6,81	5,55 \pm 0,67
	NP	6,32 \pm 0,36	64,3 \pm 7,95	8,92 \pm 0,89
Agosto 1993	C	0,41 \pm 0,09	9,11 \pm 3,58	0,57 \pm 0,16
	N	0,42 \pm 0,05	8,46 \pm 1,22	0,68 \pm 0,13
	P	0,42 \pm 0,05	7,25 \pm 0,26	0,60 \pm 0,04
	NP	0,49 \pm 0,17	10,0 \pm 3,38	0,91 \pm 0,27
Diciembre 1993	C	4,75 \pm 0,47	61,2 \pm 9,55	4,45 \pm 1,00
	N	5,84 \pm 0,33	45,3 \pm 3,28	7,05 \pm 1,54
	P	6,21 \pm 0,77	63,6 \pm 4,95	6,92 \pm 1,14
	NP	7,36 \pm 0,37	74,8 \pm 5,07	9,79 \pm 0,60
Marzo 1994	C	2,75 \pm 0,28	31,5 \pm 2,51	4,05 \pm 0,65
	N	3,01 \pm 0,20	33,6 \pm 1,23	4,79 \pm 0,45
	P	3,08 \pm 0,58	36,0 \pm 7,58	4,59 \pm 1,14
	NP	3,66 \pm 0,96	40,7 \pm 11,0	6,04 \pm 1,87
Total	C	19,3 \pm 2,97	198 \pm 22,7	21,5 \pm 5,21
	N	21,9 \pm 10,1	191 \pm 12,9	25,1 \pm 4,16
	P	21,7 \pm 20,5	210 \pm 25,0	27,8 \pm 4,05
	NP	26,0 \pm 9,98	252 \pm 20,8	35,4 \pm 3,47

Tabla 2. Efecto de la fertilización fosforada sobre el contenido de fósforo de las fracciones lábiles. Tratamientos analizados: control y fertilización fosforada (P). Letras diferentes en cada fracción y fecha de medición indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

Fracciones	Diciembre 1992		Agosto 1993		Marzo 1994	
	CONTROL	P	CONTROL	P	CONTROL	P
	(mg kg ⁻¹)					
Resina	23,9a	29,0a	22,9a	29,0a	24,6a	21,7a
Bicarb. org.	7,19a	11,7a	8,80a	14,4a	6,44a	6,07a
Bicarb. inorg.	18,4a	15,1a	9,91a	13,5a	6,08a	8,80a
Bicarb. total	25,6a	26,8a	18,7a	27,8b	12,5a	14,9a

el suelo habría perdido 40 kg N ha⁻¹. El aporte de la lluvia se estima en 10 kg N ha⁻¹, por lo que no es suficiente para compensar el balance. Para el caso del fósforo, la cantidad alojada en la parte aérea fue de 22 kg P ha⁻¹ en el control y 35 kg P ha⁻¹ en el tratamiento NP. A partir de los datos de Chaneton *et al.* (1996) puede estimarse que la exportación neta estaría en el orden de los 2,2 kg P ha⁻¹ en el control y de 3,5 kg P ha⁻¹ en el tratamiento NP. En este último tratamiento se agregaron 16 kg P ha⁻¹, por lo que el suelo se habría enriquecido en 12,5 kg P ha⁻¹. En consecuencia, teniendo en cuenta la situación del tratamiento NP, la fertilización no alcanzó a compensar las salidas de nitrógeno del sistema, pero sobrecompensó la exportación de fósforo.

Pese a este balance positivo no se verificaron importantes cambios en las fracciones lábiles del fósforo del suelo que pudieran acreditarse claramente a efectos de la fertilización (Tabla 2). Estos resultados sugieren que el fósforo agregado habría tenido como destino principal las formas resistentes, no contempladas en el fraccionamiento efectuado. Teniendo en cuenta este resultado y la situación de balance negativo del nitrógeno, las eventuales refertilizaciones del pastizal deberían tener lugar sobre la base anual.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a S. Sánchez (Ea. Los Nogales) por las amplias facilidades brindadas para efectuar el presente trabajo y el apoyo recibido por la Universidad de Buenos Aires y el CONICET.

REFERENCIAS

- Chaneton EJ, Lemcoff JH, Lavado RS. 1996. Nitrogen and phosphorus cycling in grazed and ungrazed plots of a temperate subhumid grassland in Argentina. *J. Applied Ecology* 33: 291-302
- Darwich N. 1990. Fertilizantes: nuevo balance de requerimientos. Seminario Juicio a nuestra agricultura. INTA, pp 1-11
- Deregibus VA, Cauhépé MA. 1983. Pastizales naturales de la Depresión del Salado: utilización basada en conceptos ecológicos. *Rev. Invest. Agropecuarias* 18: 47-78
- Hedley MJ, Stewart JWB, Chauhan BS. 1982. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 46: 970-976
- Mendoza RE, Cogliatti DH, Collantes MB, Kade M. 1983. Efecto de la fertilización nitrógeno-fosfatada sobre el crecimiento otoño-invernal y la absorción de fósforo en tepes de un pastizal natural. *Turrialba* 33: 311-320
- Rubio G, Casasola G, Lavado RS. 1995a. Adaptations and biomass production of two grasses in response to waterlogging and soil nutrient enrichment. *Oecologia* 102: 102-105
- Rubio G, Lavado RS, Gutiérrez BFH. 1995b. Fertilización de un pastizal natural: respuesta de especies C3 y C4. XVII Reunión Argentina de Ecología: 208
- Sala OE, Deregibus VA, Schlichter T, Alippe H. 1981. Productivity dynamics of a native temperate grassland in Argentina. *J. Range Manage.* 34: 48-51
- Soriano A. 1991. Río de la Plata Grasslands. En R.T. Coupland (Ed). *Temperate Subhumid Grasslands. Ecosystems of the World Volume 8. Natural Grasslands.* A. Elsevier Sci. Publ. Co. Amsterdam. pp 371- 432
- Taboada MA, Lavado RS. 1986. Características del régimen ácuico de un Natracuol de la Pampa Deprimida. *Ciencia del Suelo* 4: 66-72

