

## Avances de Investigación

# INFLUENCIA DEL DESMONTE SELECTIVO SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO EN AÑOS HÚMEDOS Y SECOS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CHACO ÁRIDO ARGENTINO

**Palabras Claves:** Mineralización e inmovilización de N monte natural, desmonte selectivo, Chaco Arido, semiárido.

### RESUMEN

En el presente trabajo se estudió la dinámica del agua y del nitrógeno en el Chaco Arido, Argentina, durante la estación lluviosa (primavera-verano), por dos años. Se estudiaron dos zonas donde los suelos de la zona I eran Typic Ustifluent y Typic Ustorthent; mientras que los de la zona II estaban mejor estructurados, con Mollic Ustifluent y un alto contenido de C orgánico. La zona I fue muestreada durante una estación estival muy húmeda y la zona II durante un año muy seco. En ambas zonas, áreas de bosque natural, raleo selectivo (40% de la cobertura del dosel de los árboles) y pasturas puras, se muestreó cada 28 días la mineralización de N en el suelo, la inmovilización de la biomasa microbiana (N-MB) y el contenido de agua.

Durante el año seco, un único evento de precipitación indujo un marcado aumento de la mineralización en la fecha correspondiente; mientras que durante el año húmedo los valores fueron más bajos y homogéneamente distribuidos. La acumulación del N mineralizado y el ratio del nitrógeno en total N-MB, fue sin embargo, similar para ambas zonas. El N mineralizado disponible e inmovilizado, fue más alto debajo de los árboles que en los espacios abiertos entre árboles, y mayor en los raleos selectivos (árboles + interespacios abiertos) que en los bosques naturales. Los resultados confirmaron que los datos pueden ser extrapolados a diferentes zonas del mismo ecosistema.

### INFLUENCE OF SELECTIVE THINNING ON THE AVAILABILITY OF NITROGEN IN WET AND DRY YEARS IN SILVOPASTORAL SYSTEMS OF THE ARGENTINE DRY CHACO

### ABSTRACT

Soil water and N dynamics were studied in the Dry Chaco, Argentina, during the wet season (spring-summer), of two years. Two zones were studied: soils of the zone I were Typic Ustifluents and Typic Ustorthents, while those of the zone II were better structured, Mollic Ustifluents high in organic C. Zone I was sampled during a wet year, zone II during a dry year. In both zones, areas of natural woodland, selective thinning (40% tree canopy cover) and pure grassland were sampled every 28 days for soil N mineralization, immobilization in microbial biomass (N-MB) and water content. During the dry year, an unique precipitation event induced a huge increase of mineralization, while during the wet year, values were lower and homogeneously distributed. Accumulated N mineralization and the ratio N-MB to total N were, however, similar for both zones. Mineralized, available and immobilized N were higher under trees than in the open interspaces between trees, higher in the selective thinning (trees + open interspaces) than in natural woodlands. Results confirmed that data can be extrapolated at different zones of the same ecosystem.

S. Hang<sup>1</sup>  
M.J. Mazzarino<sup>2</sup>  
G. Nuñez<sup>2</sup>  
L. Oliva<sup>1</sup>

Con una extensión de 720.000 km<sup>2</sup>, el Chaco es una de las principales zonas ecológicas de América del Sur y ocupa aproximadamente el 5% del área del continente.

Existen muchas semejanzas con la Caatinga brasileña, lo que indica que éstas áreas probablemente estuvieron unidas en otra época geológica (Cabrera, 1976). El uso de desmonte selectivo, práctica común en la Caatinga (Kirmse *et al.*, 1987; Schacht *et al.*, 1988), ha sido sugerido como una estrategia del manejo silvopastoril del Chaco Arido de Llanura en Argentina (Karlin y Díaz, 1984). Esta subregión ocupa 8 millones de hectáreas, presenta una vegetación de tipo bosque xerofilo con gramíneas perennes, arbustos y dos especies arbóreas dominantes: quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco* Schecht) y algarrobo (*Prosopis* spp., con predominio de *P. flexuosa* DC).

A nivel experimental se han practicado dos tipos de desmonte: 1) eliminación de todos los arbustos y permanencia de los dos géneros arbóreas dominantes, y 2) permanencia sólo de *Prosopis flexuosa*. Esta

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Casilla Correo 509. 5000 - Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> CONICET - Facultad de Agronomía, Universidad de Bariloche. Actualmente labora en la Universidad del Comahue, Casilla Correo 1336, 8400 - Bariloche, Argentina.

especie es freatofita, con capacidad de fijar N o de reciclarlo rápidamente y presenta usos múltiples en la región (leña, forraje para animales, madera para muebles y cercas). Se considera que las características del algarrobo permitirían mantener un sistema silvopastoril sostenible en este ambiente donde predomina el corte total de la vegetación arbórea, para el establecimiento de pastizales improductivos e invadidos por arbustos de baja calidad a los pocos años (Karlin y Díaz, 1984). La importancia del género *Prosopis* en el manejo silvopastoril de zonas semiáridas, ha sido también enfatizada en otros trabajos en Estados Unidos y Chile (Virginia y Jarrel, 1983; Ormazabal, 1991).

Estudios previos en el Chaco Arido, basados en el análisis de un año particularmente húmedo, han demostrado que bajo algarrobos se produce una mayor acumulación de N total, N disponible y N retenido en biomasa microbiana que en los espacios entre árboles, pastizales puros y sitios



El algarrobo facilita la disponibilidad del nitrógeno, simplificando su plantación en los pastizales del Chaco Arido argentino. (Foto S. Hang)



Paisaje típico en el Chaco Arido, próximo a Chancani, Provincia de Córdoba, Argentina. (Foto S. Hang).

dominados por arbustos del género *Larrea* (Mazzarino *et al.*, 1991a, b). El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de los años húmedos y secos en la dinámica del agua y del nitrógeno del suelo. El trabajo se efectuó en dos sitios con monte natural, desmonte selectivo y pastizales, considerando como única especie arbórea *Prosopis flexuosa*.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Reserva Forestal "Los Pocitos", al oeste de las Sierras de Córdoba (65° 30' O, 31° S). Esta reserva pertenece al "Chaco Arido de Llanura", el cual se caracteriza por temperaturas de verano elevadas e inviernos moderados, precipitaciones estivales (promedio anual de 300-500 mm), menor que 20 (Karlin y Díaz, 1984). Los suelos son Entisols de origen aluvial clasificados como Ustorthents y Ustifluents.

En los dos sitios de muestreo se tomaron pruebas de tres tipos de vegetación: monte natural (85 % de cobertura, principalmente árboles y arbustos); desmonte selectivo (40% de cobertura arbórea) y un área de pastizal. Los tratamientos con árboles se muestrearon a 0.5 y 1.5 m de la base.

El sitio I fue muestreado en un año particularmente lluvioso (789 mm) y el desmonte selectivo consistió en el mantenimiento de *Prosopis flexuosa* y *Aspidosperma quebracho-blanco*.

El sitio II se muestreó en un año seco (361 mm) y en el desmonte selectivo sólo se mantuvo *Prosopis flexuosa*. Otra diferencia entre los sitios estuvo referida al tipo de suelos, que en el caso del sitio II son Mollic Ustifluents.

En el sitio I el desmonte se realizó a fines de 1986 y el muestreo se efectuó de febrero de 1987 a abril de 1988. Para el presente trabajo se utilizaron los datos de primavera-verano de máxima actividad microbiana y vegetativa. Para el muestreo se usó tres árboles de diámetro basal 80-100 cm y tres puntos en el pastizal. El muestreo incluyó una superficie aproximada de dos hectáreas de monte natural; 1.5 de desmonte selectivo y dos de pastizal natural sin árboles por

15 años y con predominio de *Papophorum* spp.

El sitio II fue ubicado a 5 km del anterior. El desmonte se realizó en julio de 1987 y las mediciones se efectuaron entre octubre de 1987 y abril de 1989.

Para el muestreo se utilizaron 10 árboles de diámetro basal 40-50 cm y 10 puntos al azar en el pastizal. En este sitio se estudió una superficie de 1 ha de monte natural, 4 de desmonte y un área de 10 m x 50 m de pastizal natural, mantenido sin vegetación arbórea ni arbustiva durante diez años. En el pastizal predominaba una mezcla de los géneros *Trichloris*, *Setaria*, *Aristida*, *Govina* y *Papophorum*.

Ambos sitios fueron pastoreados esporádicamente, especialmente el sitio II. Los muestreos se realizaron cada 28 días.

La mineralización de N se estudió por incubaciones *in situ* (Mazzarino *et al.*, 1991a); el N mineralizado se calculó como la suma de nitratos y amonio a los 28 días menos la cantidad inicial (t0). El N inmovilizado en biomasa microbiana se determinó por el método de fumigación-incubación, modificado por Vitousek y Matson (1985). La extracción de las muestras se realizó con KCl 2 M y la determinación por colorimetría, amonio por el método del azul de indofenol y nitratos por Griesslosvay (Keeney y Nelson, 1982). El contenido de agua del suelo se determinó por gravimetría, después de secar las muestras a 70° C.

Una sola vez durante el estudio, se determinó el pH (relación suelo: agua 1:2); C orgánico (Walkley y Black), N total (Kjeldahl) y fósforo disponible (Olsen). Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y pruebas Duncan a nivel de significancia de 0.05 sobre los datos.

Cuadro 1. Promedios de N disponible, mineralizado e inmovilizado en las dos zonas analizadas

	N disponible	N mineralizado	N min. acumulado	N biomasa
	(mg Kg <sup>-1</sup> )			
Zona I				
Año 87/88				
Mp	11.3 ab	20.7 a	153	109.7 a
Me	5.4 d	11.8 bc	83	54.4 b
Dp	13.9 a	24.0 a	170	95.1 a
De	8.9 bc	14.8 bc	102	68.8 b
P	6.9 cd	7.6 c	55	96.8 a
Zona II				
Año 88/89				
Mp	25.3 b	22.8 a	153	132.6 b
Me	9.1 c	14.5 ab	97	80.2 d
Dp	57.2 a	19.7 a	113	174.0 a
De	30.2 b	11.8 b	75	108.1 c
P	30.2 b	11.7 b	87	112.4 bc

Letras diferentes en cada columna y zona indican valores significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ). Valores sin letras no se analizaron estadísticamente. Mp: bajo *Prosopis*, monte natural; Me: espacios abiertos, monte natural; Dp: bajo *Prosopis*, desmonte selectivo; De: espacios abiertos, desmonte selectivo; P: pastizal.

Cuadro 2. Características generales de los suelos.

	pH	C orgánico	N total	P disponible
	1/2	%	%	mg Kg <sup>-1</sup>
Zona I				
Año 87/88				
Mp	7.0	1.9	0.18	39.0
Me	7.7	1.3	0.12	28.6
Dp	7.0	1.1	0.12	38.8
De	7.5	0.8	0.08	25.0
P	7.9	1.8	0.15	28.6
Zona II				
Año 88/89				
Mp	7.4	2.2	0.21	30.4
Me	7.5	2.0	0.19	26.6
Dp	7.6	2.3	0.22	36.6
De	7.9	2.2	0.21	27.8
P	7.9	2.4	0.23	29.7

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de ocho mediciones de N disponible, mineralizado e inmovilizado para los cinco tratamientos en los dos sitios muestreados. El pH C orgánico, N total y P-Olsen, correspondientes a un único muestreo, se presentan en el Cuadro 2. Se observa una clara tendencia a valores mayores de N mineralizado, disponible e inmovilizado bajo los árboles que en los espacios abiertos.

Los valores fueron también más altos en el desmonte que en el monte, tanto bajo árboles como en los interespacios, pero esta diferencia

Figura 1. (A) Humedad del Suelo, (B) N mineralizado *in situ* y (C) N inmovilizado en biomasa microbiana, en dos zonas de muestreo en la Reserva Forestal "Los Pocitos", Chaco Arido de Llanura, Córdoba. Las mediciones corresponden a las épocas húmedas (primavera-verano) de los años 1987-89. Símbolos: — bajo *Prosopis*, monte natural; - - - espacios abiertos cercanos a *Prosopis*, monte natural; ..... bajo *Prosopis*, desmonte selectivo; ..+..+.. espacios abiertos cercanos a *Prosopis*, desmonte selectivo; -\*-\*- pastizal. E' = Fines de enero.

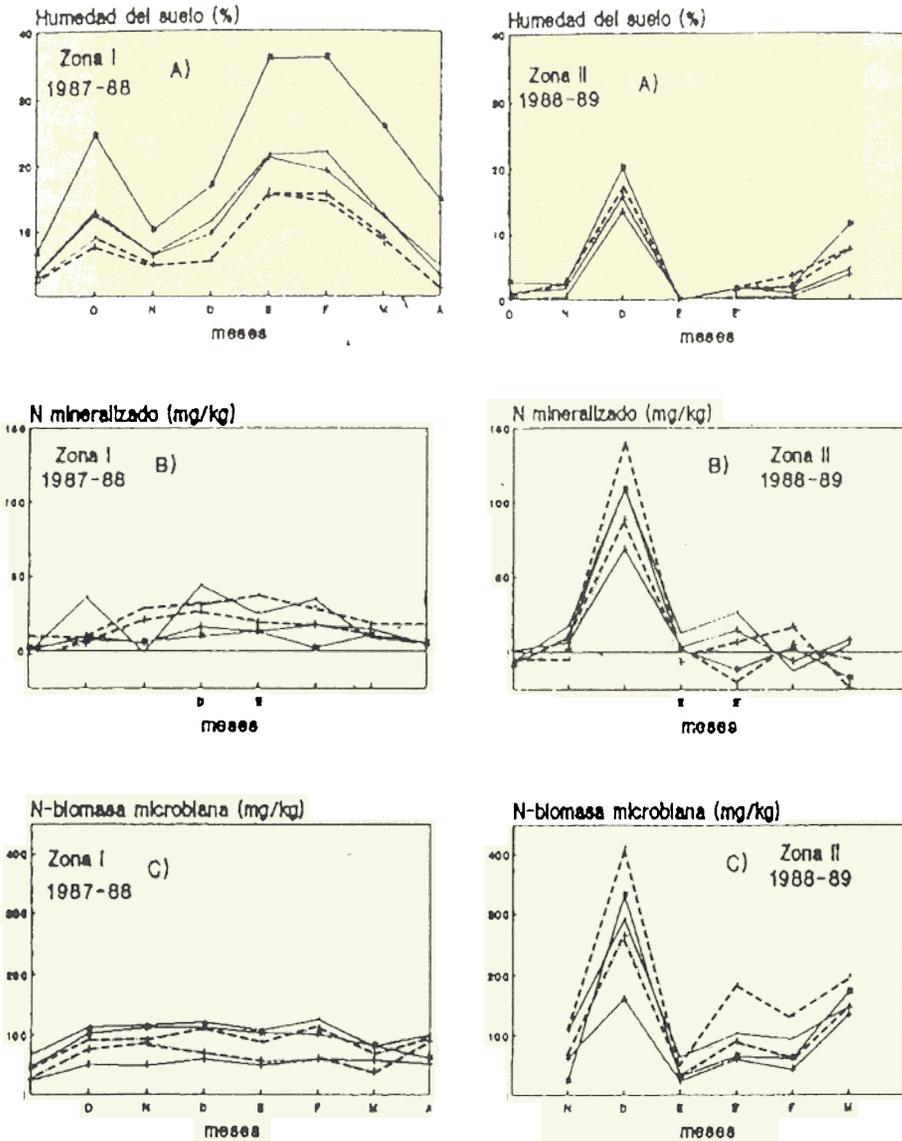
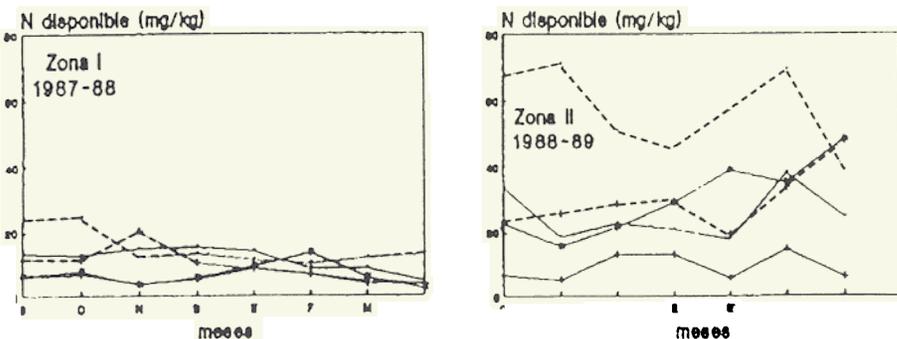


Figura 2. Nitrógeno disponible (suma de amonio + nitrato al inicio de cada incubación), en las dos zonas y épocas analizadas. (Símbolos iguales a la Figura 1.)



no fue siempre significativa. Los mayores valores en el desmonte son atribuibles a la acumulación de restos vegetales que aumentan la calidad del sustrato energético-nitrogenado y mantienen o aumentan el contenido de agua en el suelo (Oliva *et al.*, 1993). En el pastizal los valores de los parámetros estudiados variaron entre los dos sitios debido a la variación en su composición florística; sin embargo, la mineralización de N fue siempre menor que bajo los árboles.

En el sitio II, donde la estación de muestreo fue muy seca, la mineralización de N fue siempre menor que bajo los árboles. Aquí la mineralización de N y el N inmovilizado en biomasa microbiana (N-BM), correlacionaron significativamente con el contenido de humedad del suelo ( $r = 0,65-0,70$  y  $0,80-0,87$ , respectivamente a  $P < 0,001$ ). En el sitio I con una oferta mayor de humedad y constante durante la estación de muestreo, el factor de correlación entre mineralización de N y humedad del suelo fue de  $0,60-0,75$  bajo *Prosopis* e interespacios ( $P < 0,001$ ) y de  $0,40$  para el pastizal ( $P < 0,05$ ). En este sitio no se encontró correlación significativa entre humedad y N-BM.

La existencia de un pulso marcado de humedad durante la estación de muestreo

en el sitio II, determinó un pulso equivalente de N mineralizado y N-BM, que alcanzaron valores de hasta 150 y 400 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. En el sitio I donde la humedad del suelo fue más alta y constante, la tasa de mineralización y el N-BM permanecieron constantes, alcanzando valores máximos de 40 y 120 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1).

Los suelos del sitio II son más estructurados y profundos y presentan un contenido de materia orgánica mayor que el sitio I. Esta diferencia se reflejó en valores más altos de N-BM, que es un indicador aproximado del sustrato nitrogenado fácilmente mineralizable (Bernhard-Reversat, 1982) y de la capacidad de recuperación del ecosistema (Vitousek y Matson, 1985). Sin embargo, la proporción de N total representado por el N-BM varió de manera similar en ambos sitios, según el tratamiento.

El N disponible, considerado como la suma de amonio y nitratos al tiempo cero, fue 2-4 veces más alto en el sitio II que en el I, reflejando principalmente diferencia en la humedad del suelo, con menor absorción de las plantas y menor lixiviación. La falta de humedad y la elevada demanda atmosférica podrían haber inducido también la ascensión capilar de nitratos y su acumulación en la superficie (Wetselaar, 1980; Sprent, 1987).



## CONCLUSION

Los valores de N mineralizado, disponible e inmovilizado en biomasa microbiana fueron más altos: 1) bajo los árboles que en los espacios abiertos entre árboles y en los pastizales y 2) en el desmonte selectivo que en el monte natural.

La capacidad del algarrobo de fijar y recircular rápidamente N aseguraría, por lo tanto, una mayor provisión de N disponible para los pastos, considerado después del agua, el factor más limitante en zonas semiráridas (Wetselaar, 1980). Sin embargo, todos los parámetros analizados son muy dependientes de la humedad del suelo, que en zonas semiáridas presentan una alta variabilidad año a año. En años húmedos, la mayor disponibilidad de N representaría una ventaja para los pastos que crecen bajo los árboles. Sin embargo, en años secos una mayor disponibilidad de N implica mayor consumo de agua y, por lo tanto, podría significar mayor sensibilidad de los pastizales a los efectos de la sequía. □

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a G. Bronstein y a la Dirección de Areas Naturales (del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables de Córdoba), por facilitar la realización de este trabajo en la Reserva Forestal "Los Pocitos".

También agradecemos a los miembros de las cátedras de Edafología y Manejo de Areas Marginales, por la ayuda de campo y discusiones de trabajo brindadas. A la U. S. National Academy of Sciences (NRC), por los fondos aportados y a Donald L. Kass, por sus observaciones, que hicieron posible la publicación del presente artículo.

La escasez de agua y N constituyen dos limitaciones importantes para el crecimiento de los pastos en las zonas semiáridas, que la plantación de algarrobos puede ayudar a reducir (Foto S. Hang).

## BIBLIOGRAFIA

- BERNHARD-REVERSAT, B.** 1982. Biochemical cycle of N in semiarid savanne. *Oikos* (EE.UU.) 38 : 321-332.
- CABRERA, A.L.** 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Encic. Arg. Jardin. 2ª Ed. Edit. ACME. 2 : 1-85.
- KARLIN, U.; R. DIAZ.** 1984. Potencialidad y manejo de algarrobos en el árido subtropical argentino. Argentina. Programa Nacional de Recursos Naturales Renovables. Proyecto Especial OEA no. 53. 59 p.
- KEENEY, D.R.; NELSON, D.W.** 1982. Nitrogen-inorganic forms. *In: Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2. ed. Ed. by A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney. Madison, WI, EE.UU., ASA-SSSA, p. 643-698. (Series Agronomy no. 9).
- KIRMSE, R.D.; PROVENZA, F.D.; MALECHEK, J.C.** 1987. Effects of clearcutting on litter production and decomposition in semiarid tropics of Brazil. *Forest Ecology and Management* (Holanda) 22 : 205-217.
- MAZZARINO, M.J.; OLIVA, L.; NUÑEZ, A; NUÑEZ, G.; E. BUFFA.** 1991a. Nitrogen mineralization and soil fertility in the Dry Chaco ecosystem (Argentina). *Soil. Sciences Society of America. Journal* (EE.UU.) 55 : 515-522.
- MAZZARINO, M.J.; OLIVA, L.; ABRIL, A.; M. ACOSTA.** 1991b. Factors affecting N dynamics in a semiarid woodland (Dry Chaco, Argentina). *Plant and Soil* (EE.UU.) 138 : 85-98.
- OLIVA, L.; MAZZARINO, M.J.; NUÑEZ, G.; ABRIL, A.; M. ACOSTA.** 1993. Dinámica del N y del agua del suelo en un desmonte selectivo en el Chaco Arido Argentino. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. (Bra.) 28:709-718.
- ORMAZABAL, C.S.** 1991. Silvopastoral systems in arid and semiarid zones of northern Chile. *Agroforestry Systems* (Holanda) 14 : 207-217.
- SCHACHT, W.H.; LONG, J.N.; J.C. MALECHEK.** 1988. Above-ground production in cleared and thinned stands of semiarid tropical woodland, Brazil. *Forest Ecology and Management* (Holanda) 23 : 201-214.
- SPRENT, J.I.** 1987. The ecology of the N cycle. Cambridge, G.B., Cambridge Univ. Press. 151 p.
- VIRGINIA, R.A.; JARREL, W.M.** 1983. Soil properties in a mesquite-dominated Sonoran Desert ecosystem. *Soil. Science Society of America. Journal*. (EE.UU.) 47 : 138-144.
- VITOUSEK, P.M.; MATSON, P.** 1985. Disturbance, N-availability and N-losses: an experimental study in a intensively managed loblolly pine plantation. *Ecology* (EE.UU.) 66 : 1360-1376.
- WETSELAAR, R.** 1980. Nitrogen cycling in a semiarid region of tropical Australia. *In: Nitrogen cycling in west african ecosystems.* Ed. by T. Rosswall. Estocolmo, Suecia, Royal Swedish Academic Science. p. 157-170.

