

CONTENIDO DE NUTRIENTES EN HOJAS DE ALGARROBO NEGRO (*PROSOPIS NIGRA*, GRIS.) EN EL CHACO HÚMEDO, PROVINCIA DE FORMOSA, ARGENTINA.

NUTRIENT CONTENT IN LEAVES OF *PROSOPIS NIGRA* GRIS. IN THE HUMID CHACO, FORMOSA PROVINCE, ARGENTINA.

Javier Llovio⁽¹⁾
Carlos Patiño⁽²⁾
Gladys Vicentini⁽¹⁾

Fecha de recepción: Febrero 2000

Fecha de aceptación: Junio 2001

¹Licenciado en Edafología e Ingeniera Forestal, Facultad de Recursos Naturales, UNaF, Av. Gutnisky 3200, 3600 Formosa.

²Licenciado en Edafología, Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET) y Facultad de Recursos Naturales, UNaF, Colón 1206, 3500 Resistencia, Chaco. E-mail: patino@arnet.com.ar

SUMMARY

The content of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium were determined in leaves of *Prosopis nigra*, *Gris*. using healthy samples growing in different types of soils frequently found in the Humid Chaco region of the Formosa province, in Argentina, during the year 1995. The results showed two well differentiated periods: November to July, where the variation of the nutrient concentration changed very little, and August to October, where the concentration of nitrogen in the leaves increased markedly.

Key words: *Prosopis nigra*; Humid Chaco; nutrients; soils.

RESUMEN

Se determinó el contenido de los nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio en hojas de algarrobo negro (*Prosopis nigra*, Gris.), medido secuencialmente en ejemplares de buen estado sanitario, ubicados sobre dos tipos de suelo frecuentes en la región del Chaco Húmedo, Provincia de Formosa, durante el año 1995. Los resultados obtenidos acotan dos períodos de demanda bien diferenciados: en el más extenso (noviembre a julio), el contenido de los elementos químicos considerados varió muy poco; durante la segunda mitad del invierno y comienzo de la primavera (agosto a octubre), se registraron fuertes aumentos en la concentración foliar de nitrógeno. Esta última característica es también notable en fósforo y potasio; correspondiéndole al fósforo el mayor Coeficiente de Variación. Por su parte, el magnesio se mantuvo estable durante el lapso de mediciones.

Palabras clave: algarrobo negro; nutrientes; Chaco Húmedo; suelos.

INTRODUCCIÓN

Los algarrobos (*Prosopis* spp.), constituyen una alternativa de gran interés económico y ambiental, por producir madera de muy buena aptitud tecnológica, por las posibilidades alimenticias de sus frutos y hojas y por su capacidad para desarrollarse bien en suelos que presentan restricciones físicas y químicas para muchas especies forestales chaqueñas (ROIG, 1993).

No obstante, falta cuantificar la demanda de nutrientes de los algarrobos, en especial nitrógeno, fósforo y potasio; cuales son las épocas de mayores exigencias y que condiciones del medio físico (calidad de suelo y disponibilidad de agua), los favorecen o perjudican.

De forma semejante a lo que sucede en Misiones, respecto al mal manejo de los bosques nativos (FERNÁNDEZ, 1984); en las provincias de Chaco y Formosa, MORELLO (1983) destaca que la explotación excesiva de sus especies forestales valiosas y el camino errático en los intentos de recuperación del bosque, por falta del conocimiento de la manera en que estas especies funcionan, conducen a la degradación del suelo, a mayor vulnerabilidad ambiental por acción de eventos climáticos (sequías e inundaciones) y a inestabilidad social (abandono de tierra y migración de la población) (GLIGO y MORELLO, 1983).

Para comenzar a cubrir el déficit de información, los objetivos de este trabajo fueron:

- Evaluar, como primera aproximación, la diferencia en la concentración de los principales elementos nutrientes en hojas de *Prosopis nigra*, en el contexto de un período anual de crecimiento; considerando a esta diferencia como indicador de la variabilidad en la demanda trófica del algarrobo, frente a distinta disponibilidad de agua por la oferta irregular de lluvia y en diferentes calidades de sitio.
- Estimar las concentraciones relativas de estos nutrientes foliares, que pueden informar sobre la proporcionalidad que deben guardar en futuros ensayos de fertilización edáfica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los dos sitios de estudio están ubicados en el Departamento Formosa, de la provincia homónima:

Sitio N° 1 Colonia Tres Marías: 26°15'Sur - 58°15'Oeste.

Sitio N° 2 Riacho San Hilario: 26°20'Sur - 58°12'Oeste.

La zona oriental de la Provincia de Formosa se caracteriza por su clima subtropical húmedo sin estación seca, con temperaturas medias anuales de 22°C y moderada amplitud térmica estacional (media de enero: 27,7°C - media de julio: 17,5°C); con máximas absolutas de 44°C en febrero y mínimas absolutas de - 5°C en julio (BRUNIARD, 1995; GALMARINI y RAFFO DEL CAMPO, 1964).

Las precipitaciones presentan distribución bimodal, registrándose los mayores montos en los meses de octubre a diciembre y de febrero hasta abril. Los mínimos ocurren, con mayor frecuencia, en los meses de julio y agosto.

La zona queda comprendida entre las isohietas media anual de 1100 mm y 1300 mm. No obstante, la irregularidad de las lluvias condiciona que los valores promedio pueden variar en 100% o más, tanto en exceso como en falta de agua (BRUNIARD, *op. cit.*; NEIFF, 1986). En la Tabla 1, se registran las lluvias mensuales ocurridas durante el período de muestreo, en los respectivos sitios de trabajo.

Tabla N° 1 – Registro mensual de lluvias (mm).

Monthly rainfall record

	Sitio N° 1 Año 1995	Sitio N° 2 Año 1995
Mes	Lluvia	Lluvia
E	272	240
F	90	133
M	281	145
A	179	135
M	84	94
J	5	0
J	5	0
A	0	0
S	108	40
O	55	47
N	18	31
D	48	75

El año 1995 se caracterizó por un verano y otoño húmedos; e invierno, primavera e inicio del verano siguiente muy secos.

Los dos sitios se ubican en la zona geomorfológica denominada *Depresión Oriental*, que es una planicie suavemente ondulada, con pendientes

cuyos valores varían aproximadamente entre 0,5% y 1,0% (LEDESMA, 1970).

Los suelos son:

- *Sitio N°1, Colonia Tres Marías: Halacuepts aérico*, salino-alcálico en superficie (*CE 8.500 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, pH 8,55*), alcalino en profundidad (*pH 9,75*).

- *Sitio N°2, Riacho San Hilario: Albacualf típico*, salino y alcalino (*CE 5.300 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, pH 7,70*) (LEDESMA y col., 1990).

Estos suelos representan 12 % y 6% de la superficie provincial, respectivamente (LEDESMA y col, *op.cit.*).

Su uso actual es ganadero extensivo, con muy bajo nivel tecnológico y poca infraestructura para el manejo pecuario.

Dos hechos deben destacarse por sus efectos sobre la capacidad de sustentación del suelo:

a) Elevada concentración de sodio en el sistema coloidal del suelo (Sitio N° 1). El *Porciento de Sodio de Intercambio* (PSI) es superior a 20 desde la superficie, alcanzando un máximo de 45 en el horizonte C1 (30-42 cm de profundidad).

El PSI en el Sitio N° 2, es menor a 15 en los primeros 40 cm del perfil, y su máximo es 18 a 1,16 m de profundidad.

b) Mayor capacidad de intercambio catiónico en el Sitio N°2 (26 meq.100g vs. 21 meq.100g, dominada por la combinación *calcio/magnesio*, con saturación de bases prácticamente 100% a partir del horizonte B21 (LEDESMA y col., *op.cit.*).

En bosques naturales de algarrobo, se eligieron tres árboles en cada sitio para la recolección mensual de hojas; sus características esenciales se detallan en la Tabla 2.

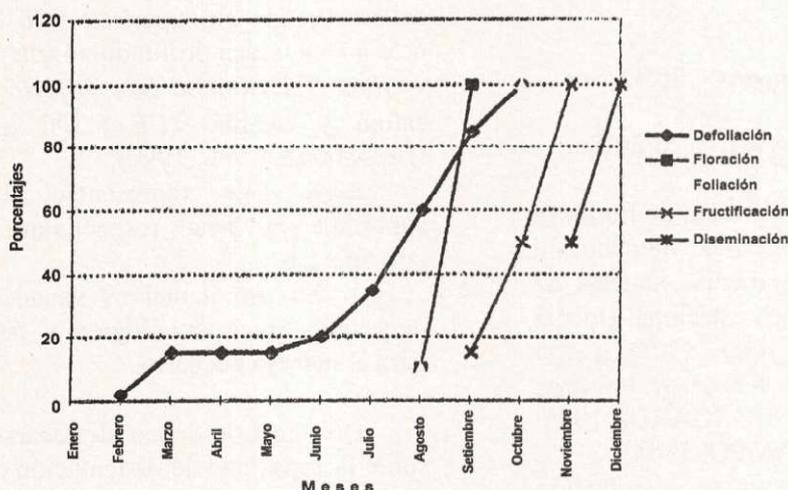
Tabla 2: Morfología de los árboles muestreados.

Morphology of the sampled trees

Sitio N° 1			
	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3
DAP (m)	0,53	0,25	0,33
Altura de fuste (m)	1,14	2,2	5
Altura total (m)	12	8,5	10
Sitio N° 2			
	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3
DAP (m)	0,52	0,43	0,82
Altura de fuste (m)	2	4	1,8
Altura total (m)	10	8	14

Por los escasos antecedentes sobre métodos de muestreo foliar para especies forestales nativas chaqueñas, se utilizó una modificación del propuesto por MONTAGNINI y col. (1995).

Figura 1: Fenología de *Prosopis nigra* en el este de Formosa, 1995
Phenology of *Prosopis nigra* in the East of Formosa Province, 1995



Fuente: Dirección de Bosques, Ministerio de la Producción, Formosa.

Se extrajeron, cada 30 días, hojas adultas del tercio inferior de la copa de los ejemplares marcados, excepto en el período de brotación (julio, agosto, setiembre), donde se colectaron hojas jóvenes. Dado el carácter exploratorio de este trabajo, se consideró importante no interrumpir los muestreos, a fin de tener una perspectiva del año completo en el contenido de nutrientes foliares, aun cuando no se tratara de hojas adultas.

El material recolectado en cada campaña mensual se mezcló a fin de formar una muestra; de manera similar a como se analizan las muestras compuestas de suelo, luego se extrajo por cuarteo una alícuota, que fue lavada con agua destilada y secada en estufa a 70° C, hasta peso constante. Seguidamente se realizó su molienda y pasada por tamiz N° 10 (código American Society of Testing and Materials - ASTM).

Las determinaciones de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio se realizaron por duplicado; por lo tanto, los valores expresados en las figuras 2 y 3, representan la media de las dos repeticiones.

Cada una de las sucesivas muestras, se digirieron en una mezcla ternaria de ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido perclórico (JACKSON, 1970), realizándose sobre el producto de la digestión las siguientes determinaciones:

-Fósforo total, método de Bray y Kurtz N° 1 (JACKSON, *op. cit.*).

-Potasio, fotometría de llama (JACKSON, *op. cit.*).

-Magnesio, valoración con verseno (RICHARDS, 1970).

-Nitrógeno total, método semi-micro Kjeldahl (JACKSON, *op. cit.*).

Los datos fenológicos para el algarrobo negro en el este de Formosa, se obtuvieron de la Dirección de Bosques, Ministerio de la Producción, Provincia de Formosa.

RESULTADOS

Los cambios mensuales en la concentración de nutrientes en hojas de *Prosopis nigra* para ambos sitios de muestreo, se expresan en las Figs. 2 y 3.

Fig. N°2: Contenido mensual de N,P,K y Mg en hojas de *Prosopis nigra*. Sitio N°1

Monthly contents of N, P, K, Mg in leaves of *Prosopis nigra*, Site 1

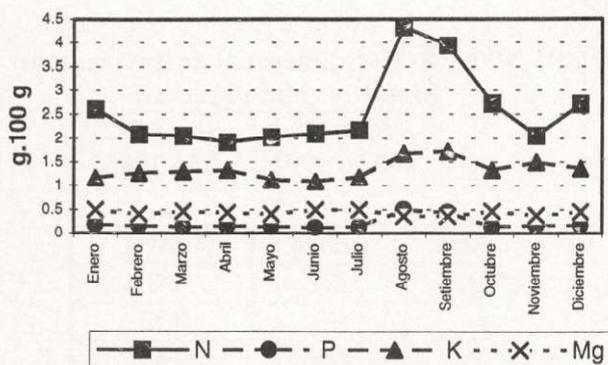
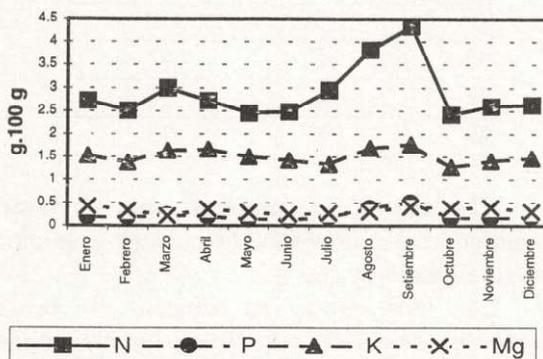


Fig. N°3: Contenido mensual de N,P,K y Mg en hojas de *Prosopis nigra*. Sitio N°2.

Monthly contents of N, P, K, Mg in leaves of *Prosopis nigra*, Site 2



Las modificaciones en los valores de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio se relacionaron con la situación fenológica del *algarrobo negro* durante 1995, detallada en la Fig. N°1.

Las lluvias importantes de marzo, abril, mayo y setiembre (Tabla 1), constituyeron una reserva de agua en el suelo suficiente para permitir una brotación anticipada, respecto a lo que sucede en años más secos, especialmente en otoño, en los que, por falta de agua, ésta puede atrasarse hasta mediados de setiembre y octubre.

Hasta el mes de julio, donde se inicia un activo proceso de defoliación, las concentraciones foliares de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio se mantienen con pocos cambios.

Al final del invierno e inicio de primavera, cuando comienzan a activarse los procesos de floración y fructificación, se produce, en ambos sitios, un fuerte incremento del contenido de nutrientes en las hojas (Figs. 2 y 3). Los respectivos porcentuales son:

* Sitio N° 1: N 114%, P 334% y K 54%;

* Sitio N° 2: N 77%, P 220% y K 25%.

A partir de octubre, en coincidencia con las fases más significativas de los procesos de floración y fructificación, las cifras disminuyen notoriamente.

La concentración del magnesio foliar no acusó cambios relevantes durante el lapso de muestreo.

Tabla N° 3 - Contenidos de nutrientes en las hojas analizadas. Nutrients contents of *Prosopis* in leaves.

Sitio N° 1	Nutrientes			
Parámetro estadísticos	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Media	2,56	0,20	1,35	0,43
Desviación estándar	0,76	0,12	0,19	0,05
CV (%)	29,6	59,6	14,4	10,9
Sitio N° 2	Nutrientes			
Parámetros estadísticos	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Media	2,89	0,20	1,51	0,33
Desviación estándar	0,57	0,08	0,15	0,06
CV(%)	19,7	37,3	9,8	19,6

DISCUSION

Según diversos autores (GOODDALL y GREGORY, 1974; GRIMM y FASSBENDER, 1981; SPURR y BARNES, 1982), el análisis del tejido vegetal, en particular de las hojas, es uno de los métodos más confiables para determinar el estado

nutricional de un árbol y, correlativamente, el nivel de fertilidad del suelo.

En la literatura consultada, no se encontraron antecedentes sobre contenido de nutrientes esenciales en hojas de *Prosopis nigra*.

GRIMM y FASSBENDER (op.cit.), realizaron mediciones de las reservas orgánicas y minerales distribuidos en la canopia, capa de mantillo y suelo mineral, analizando los procesos de transferencia de los elementos químicos entre las diferentes partes del ecosistema.

VERZINO (1983), presenta rangos de concentración de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, potasio y boro en el follaje de otoño del eje terminal de *Pinus ponderosa* (Laws) Dougl., en el noroeste de Estados Unidos. Se reportan tamaño de muestras para análisis y curvas de crecimiento en función de las concentraciones en el follaje de los elementos minerales.

El trabajo que más se aproxima, tanto desde la cercanía geográfica como por la similitud de procedimientos, es el de MONTAGNINI y col. (op.cit.). Estudiaron la distribución de los nutrientes principales en cinco especies nativas de la selva misionera, muestreándose hojas, ramas y raíces. Observaron que el mayor contenido de nitrógeno, potasio y magnesio se registra en las hojas de las especies estudiadas; en tanto el fósforo y el calcio tienen una distribución más equitativa respecto a ramas y raíces.

De los elementos químicos analizados, el fósforo presenta el mayor Coeficiente de Variación (Tabla 3), como resultado de la magnitud del incremento en sus concentraciones foliares durante agosto y setiembre.

En el Sitio N°2, el contenido foliar de *N-P-K* es mayor que en el Sitio N°1: aproximadamente 12% para *N* y *K*, y 2% para *P*.

Es altamente probable que estas diferencias se produzcan por el ambiente edáfico más restrictivo del Sitio N°1: elevado contenido de sodio (45%), que genera limitantes físicas para la expansión de las raíces y la circulación del agua, por el frecuente endurecimiento de sus horizontes arcillosos; mayor contenido salino en los horizontes superficiales y menor capacidad de intercambio catiónico.

La magnitud de las reservas de nutrientes acumuladas en las hojas en cada período anual, es vital para los procesos de foliación y floración del algarrobo (ROIG, op.cit.)

No obstante, como estos procesos suceden con mayor frecuencia durante los meses secos de julio, agosto y setiembre, existe el riesgo que el flujo de nutrientes se dificulte por el bajo contenido de agua disponible en el suelo.

Si se presenta esta situación, es muy probable que se produzca una sensible merma en la producción de frutos y semillas, tal como lo reconoce la experiencia empírica de los pobladores rurales de

la región, lo que puede afectar las posibilidades de éxito respecto a la propagación del algarrobo.

CONCLUSIÓN

1 - Existe una demanda trófica variable en el tiempo de los algarrobales de *Prosopis nigra*, que esta originada en el comportamiento fenológico de este árbol, en las condiciones ambientales y en la aptitud del suelo. El lapso de mayores exigencias es de aproximadamente tres meses (fines de invierno e inicio de primavera), como consecuencia del período de foliación y producción de flores y frutos.

2 - El nitrógeno es el nutriente más utilizado y representa, con toda probabilidad, el flanco más vulnerable del mecanismo trófico general.

3 - Comparando los niveles de nutrientes foliares en los dos sitios, las concentraciones son más elevadas en el Sitio N°2, probablemente por sus mejores características edáficas, teniendo en cuenta que la distribución y montos de las lluvias han sido muy semejantes en ambos lugares.

4 - La proporcionalidad en la concentración de nutrientes, para ambos sitios, se mantuvo relativamente constante, a pesar de las diferencias en la sustentabilidad edáfica. Por lo tanto, la relación del peso individual de cada nutriente, con respecto a su participación en la demanda trófica anual del algarrobo negro, sería de aproximadamente 2,6 para nitrógeno, 0,2 para fósforo, 1,4 para potasio y 0,35 para magnesio.

BIBLIOGRAFÍA

BRUNIARD, D., 1995. El clima de las planicies del norte argentino. Tesis doctoral, Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades, UNNE, 360 pp.

FERNÁNDEZ, R. 1984. La habilitación de las tierras en la selva misionera y consecuencias sobre la degradación de los suelos. Actas Segundas Jornadas Técnicas, UNaM. Tomo I, pp 71-99.

GALMARINI, A.G. y J.M. Raffo del Campo. 1964. Rasgos fundamentales que caracterizan el clima de la Región Chaqueña, CONADE, 174 pp.

GLIGO, N. y J.H Morello, 1983. Perspectivas de la expansión de la frontera agropecuaria en el espacio sudamericano. En: Expansión de la frontera agropecuaria y medio ambiente en América Latina, Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales, España, pp 21-35.

GRIMM, U. y H. Fassbender 1981. Ciclos biológicos de un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela, II. Producción y descomposición de los residuos vegetales. Vol. 31, N° 1. Turrialba.

GOODALL, D.W. y F. Gregory 1974. Composición química de las plantas como un índice de su estado nutricional. Imperial Bureau of Hort and Plantation Crops; Tech. Comm. 17, 167 pp.

JACKSON, M.L., 1970. Análisis Químico de Suelos, 2ª Edición. Editorial Omega S.A., España; 652 pp.

LEDESMA, L.L., 1970. Caracterización de los suelos desarrollados en ambientes aluviales. IDIA, N° 296, 12 pp.

LEDESMA, L.L. *et al.*, 1990. Mapa de suelos de la Provincia de Formosa, En: Atlas de Suelos de la República Argentina, 46 pp.

NEIFF, J.J., 1986. Sinopsis ecológica y estado actual del Chaco Oriental. Ambiente Subtropical 1, pp 5-35.

MONTAGNINI, F; R. y H. Hamilton, 1995. Relación entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte 1: Contenido de elementos de la biomasa. Yvyrareta, Año 6, N° 6, pp 5-12.

MORELLO, J.H. 1983. El Gran Chaco: el proceso de expansión de la frontera agrícola desde el punto de vista ecológico-ambiental. En: Expansión de la frontera agropecuaria y medio ambiente en América Latina. Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales, España, pp 341-395.

RICHARDS, L.A. (editor), 1980. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos; Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América, 174 pp.

ROIG, F.A. 1993. Informe nacional para la selección de germoplasma de especies de *Prosopis* de la República Argentina. En: Conservación y Mejoramiento de especies del género *Prosopis*. CONICET, Universidad Nacional de Cuyo, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Argentina, pp 1-36.

VERZINO, G. 1983. Determinación del estado nutricional del Pino ponderosa. V° Congreso Forestal Argentino; Trabajos Técnicos, Tomo II. La Pampa, pp 96-101.