

Evolución de nutrientes minerales en hojas de tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil.)¹

Carlos Muñoz S.², César González O.³, María Báez C.⁴ y Patricio Rivera L.⁵

INTRODUCCION

Existen en la actualidad aproximadamente 25.000 ha plantadas de tamarugo en la zona de la Pampa del Tamarugal. Esta especie, nativa del Norte de Chile, ha sido utilizada desde hace mucho tiempo como productora de forraje para el ganado y constituye una alternativa valiosa que permite desarrollar una economía agropecuaria permanente en sectores áridos marginales.

El sitio ecológico en que crece esta especie, caracterizado por la extrema aridez y por condiciones de suelo salinos, hace que el estudio

de su fisiología sea del mayor interés. Los trabajos de Sudzuki (1969) y Sudzuki *et al.* (1973) han considerado el problema de las relaciones hídricas de esta especie. El presente trabajo tiene por objeto observar el comportamiento nutricional, bajo tan particulares condiciones, mediante el estudio de la evolución de los elementos nutritivos minerales en la hoja, a lo largo de la temporada de crecimiento.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la zona de la Pampa del Tamarugal (Norte de Chile). Se seleccionaron 19 árboles adultos de más de 30 años de edad que crecían en condiciones naturales, de los cuales 11 provenían de plantaciones artificiales y 8 de bosques naturales.

Se muestrearon hojas totalmente desarrolladas provenientes de braquiblastos (dardos) ubicados en cada uno de los sentidos de los

¹Parte del trabajo conjunto entre la Facultad Ciencias Químicas, Universidad de Chile y la Corporación de Fomento de la Producción (Dpto. Tarapacá).

Recepción originales: 19 de diciembre de 1977.

²Ing. Agr., Programa Frutales y Viñas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

³Dr. Ciencias Químicas, Profesor Química Analítica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Chile, Casilla 233, Santiago, Chile.

⁴⁻⁵Quím. Farm., Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Chile, Casilla 233, Santiago, Chile.

puntos cardinales, de la periferia de la copa y a la altura de la mano.

Las muestras se tomaron cada 30 días, a partir del 2 de noviembre de 1971 hasta julio de 1972, fecha en que para esa temporada se inició la caída de hojas.

Una vez recolectadas las muestras, fueron enviadas antes de 48 horas por vía aérea y bajo refrigeración al Laboratorio de Química Vegetal de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Chile, para su análisis.

Se analizó nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, zinc, cobre, manganeso, hierro, cloro, sodio y boro de acuerdo a la metodología descrita por González *et al.* (1973).

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, de acuerdo a dos formas de clasificación y los promedios de concentración mensual se compararon entre sí, mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan, para un 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las hojas del tamarugo son bipinadas, uniyugadas de 3 cm de longitud y compuesta de 15 pares de folíolos de 5 mm de largo, las cuales se desarrollan tanto en macroblastos como en braquiblastos. El receso invernal de esta especie está muy ligado a las condiciones climáticas de modo tal, que la caída de hojas no ocurre con la misma intensidad todos los años.

Esto permite encontrar hojas en crecimiento durante cualquier época del año, como asimismo, hojas que permanecen en el árbol por largos períodos.

Los cambios en la concentración de los distintos elementos a lo largo de la temporada de crecimiento aparecen representados en las Figuras 1 y 2. Cada punto en la curva corresponde a la concentración promedio de 8 plantas para nitrógeno, 13 para fósforo, 14 para potasio, 10 para calcio, 16 para magnesio, 7 para azufre, 10 para zinc, 14 para cobre, 14 para manganeso, 13 para sodio, 7 para cloro, 13 para hierro y 5 para boro.

Se presentó variación en la concentración de los elementos individuales para cada fecha de muestreo, sin embargo, en general para la mayoría de los elementos el coeficiente de variación promedio no superó el 20%. Solamente Mn y Fe presentaron coeficientes de variación de 31,4 y 25,0%, respectivamente. Se observaron tendencias evolutivas similares en cada una de las plantas muestreadas para la mayoría de los elementos, y todos los elementos presentaron diferencias muy significativas entre las distintas fechas de muestreo, a excepción de Zn, que no presentó diferencias.

Las tendencias de variación (Figuras 1 y 2) son, en general, similares a las encontradas en otras especies perennes (Childers, 1966). El N presentó niveles iniciales relativamente altos en el período de floración e inicio de la ontogenia del fruto, los que declinaron gra-

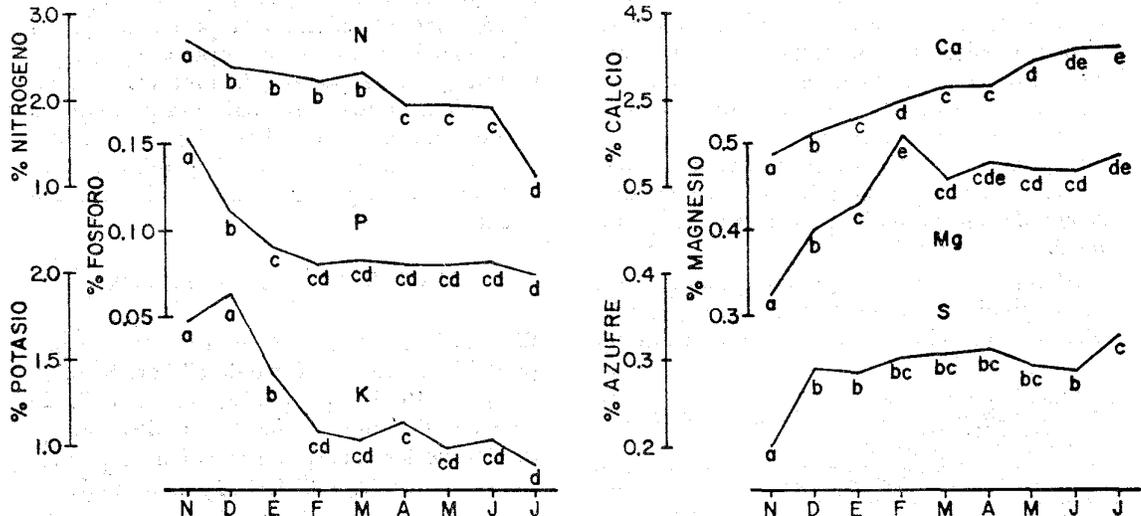


Figura 1 — Concentración (% de materia seca) de macronutrientes en hojas de dardos de tamarugos. Pampa del Tamarugal. Noviembre 1971 a julio 1972. (Los puntos de la curva con igual letra son estadísticamente iguales al nivel de 5% de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan).

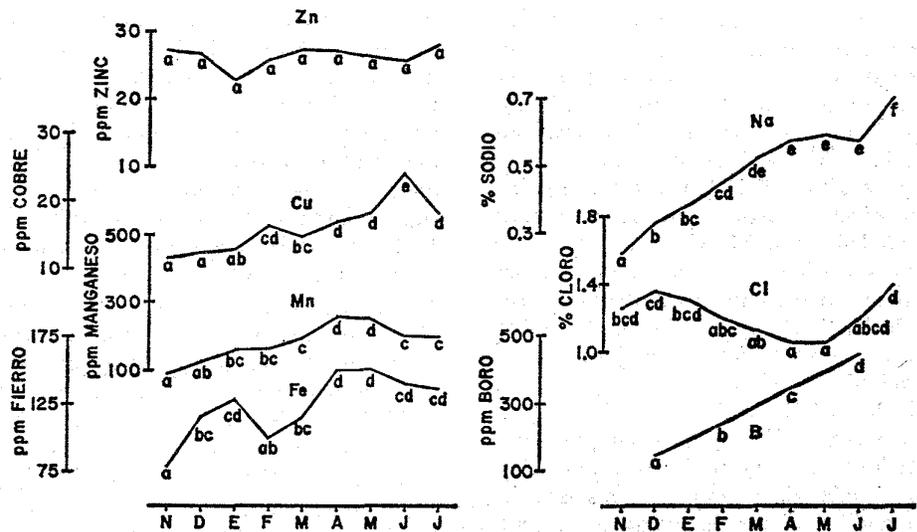


Figura 2 — Concentración (% de materia seca o partes por millón) de micronutrientes en hojas de dardos de tamarugos. Pampa del Tamarugal. Noviembre 1971 a julio 1972. (Los puntos de la curva con igual letra son estadísticamente iguales al nivel de 5% de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan).

dualmente hasta junio, fecha a partir de la cual la concentración decae más rápidamente. Esto puede relacionarse a una movilización del N desde las hojas hacia los tejidos de reserva, previo a la caída de ellas, similar a lo que ocurre en pistachio (Uriu y Crane, 1977) y en duraznero (Batjer y Westwood, 1958).

El P y K también presentaron niveles iniciales relativamente altos, los que declinaron hasta que se inició la caída de frutos maduros en febrero. A partir de esa fecha se produjo una estabilización en la concentración, con una leve disminución en julio, previo a la caída de hojas.

Las curvas de evolución de Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Na y B mostraron en general un incremento constante a medida que avanza el período de crecimiento y esta variación no está relacionada aparentemente con la fenología de la especie. El Mg, sin embargo, mostró una relativa estabilización desde que se completó la caída de fruto en marzo y el Mn mostró su máxima concentración en abril, la que declinó nuevamente hasta julio.

El S presentó niveles iniciales bajos, los que prácticamente se estabilizaron de diciembre en adelante. El Zn varió dentro de rangos muy estrechos y no se presentaron diferencias significativas entre fechas, manteniéndose estable durante el período considerado.

El Cl mostró una curva muy variable, que no se relacionó con la fenología, observándose

se que los valores más bajos se presentaron en abril y mayo.

Los rangos dentro de los cuales varían las concentraciones a lo largo de la temporada de crecimiento se presentaron más estrechos que los reportados para especies frutales por Uriu y Crane (1977), Batjer y Westwood (1958) y Smith (1966), especialmente en los macronutrientes. Esto puede deberse a que los muestreos se iniciaron en noviembre cuando las hojas ya habían completado su período de elongación.

La época de muestreo es importante en el análisis de tejido, y para el establecimiento de niveles críticos de los distintos elementos que servirán para diagnosticar el estado nutricional de una especie. Diversos autores han propuesto épocas de muestreo, considerando para ello los períodos en que la mayoría de los elementos presentan una mínima variación. De acuerdo a lo señalado por Chapman (1966), este período ocurre entre principios y mediados de verano en la mayoría de las especies frutales.

En el tamarugo, para algunos elementos, no se produjo estabilidad en el período previo a la caída de fruto. Sin embargo, con posterioridad hay un claro período de estabilización entre abril y junio, donde no presentaron variación el N, P, K, Mg, S, Na, Cl, Fe y Zn. Ca, Mn y B no mostraron períodos claros de estabilidad.

Los niveles de concentración de los distintos elementos se presentaron, en general, dentro de rangos normales, si se les compara con aquellos reportados por Kenworthy y Martin (1966) para especies frutales deciduas; sin embargo, Fe y Mn podrían considerarse dentro del rango alto y el P dentro del rango bajo. Si los niveles encontrados se comparan con los señalados por Morrison (1974) como críticos para coníferas forestales, observamos que el tamarugo presentó concentraciones superiores de N, K, Ca, Zn, Mn y B. Cu y Mg presentaron concentraciones semejantes, y P, concentraciones inferiores.

Los niveles más altos de Na y Cl encontrados en tamarugo (Figura 2), corresponden a concentraciones con las cuales se manifiestan síntomas visuales de exceso en otras especies como almendros, paltos, naranjos, durazneros y ciruelos y que, sin embargo, en esta especie no están asociadas a la sintomatología visual descrita en la literatura (Kenworthy y Martin, 1966).

El B, de acuerdo a lo señalado por Bradford (1966), presenta una gran variabilidad en cuanto a concentración foliar en las distintas especies. En especies frutales como damasco, cerezo, duraznero y ciruelo, concentraciones sobre 200 ppm están asociadas a sintomatología visual de exceso. En tamarugo, concentraciones de hasta 500 ppm en la hoja, no se mostraron asociadas a la sintomatología descrita para otras especies.

El hecho que los niveles encontrados para los distintos elementos, se encuentren dentro de rangos relativamente normales, es muy interesante, toda vez que los suelos en que cre-

ce esta especie son salino-sódicos. De acuerdo a datos de Botti (1970) que corresponden a la localidad de Canchones, que es representativa del área considerada en este estudio, en la estrata de suelo donde existe la mayor densidad radicular (45-55 cm de profundidad), la concentración de aniones y cationes supera largamente los valores señalados por Richards (1954) como normales para un suelo proveniente de zonas áridas.

Por otra parte, Cayo (1973)¹, en un muestreo realizado en tres sectores forestados de la Pampa del Tamarugal, encontró que en la zona de mayor densidad radicular, la conductividad eléctrica del extracto de saturación varió de 0,85 a 91,60 mmhos/cm, siendo el promedio de 29,32 mmhos/cm. El Na presentaba concentraciones que variaron de 8 a 7590 meq/l, con un promedio de 1262 meq/l.

La alta concentración en que se encuentran los distintos elementos en el suelo, no tienen relación con los niveles relativamente normales encontrados en hojas, lo que permite sugerir que esta especie presentaría una alta selectividad en cuanto a la absorción de iones y que, por lo tanto, sería una especie tolerante a la salinidad. Sin embargo, hasta ahora no se dispone de suficiente información en cuanto al efecto que pueda tener la presencia de sales del suelo en la producción de frutos, a pesar que Elgueta y Calderón (1971), no encontraron relación entre crecimiento y producción de frutos, con la salinidad del agua de la napa freática; y Cayo (1973)¹ no encontró relación entre crecimiento de árboles jóvenes y salinidad del suelo.

R E S U M E N

En la zona de la Pampa del Tamarugal, Norte de Chile, se realizó un estudio de la evolución de nutrientes minerales en hojas de *Prosopis tamarugo* Phil., creciendo en condiciones naturales.

La variación estacional y la concentración de N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe, Cl, Na y B fue, en general, similar a la encontrada en otras especies perennes, aunque la concentración de iones en el suelo es alta. Esto sugiere una alta selectividad de la especie en cuanto a su absorción.

S U M M A R Y

MINERAL ELEMENTS EVOLUTION IN *Prosopis tamarugo* LEAVES

Seasonal trends of several nutrient elements in leaves of *Prosopis tamarugo* Phil., growing under natural conditions in the Pampa del Tamarugal, Northern Chile, were studied.

¹Cayo, Adiel, 1973. Informe práctica profesional 1973. Universidad Católica de Chile. Escuela de Agronomía.

Growing season changes and concentrations of N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe, Cl, Na and B were in general similar to those reported for other perennial species in spite of the high concentration of ions in the soil. This suggests a high absorption selectivity by this tree.

LITERATURA CITADA

- BATJER, L. P. and WESTWOOD. 1958. Seasonal trends of several nutrient elements in leaves and fruits of Elberta peach. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 71: 116-126.
- BOTTI, C. 1970. Relaciones hídricas del tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil.) en la localidad de Canchones. Santiago, Universidad de Chile. 65 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- BRADFORD, G. R. 1966. Boron. *In*: Diagnostic criteria for plants and soils. Ed by H. D. Chapman. Div. Agr. Sci. Univ. of California, USA. pp. 33-61.
- CHAPMAN, H. D. (Ed.). 1966. Diagnostic criteria of plants and soils. Div. Agr. Sci. Univ. of California, USA. 793 p.
- CHILDERS, N. F. (Ed.). 1966. Fruit nutrition, temperate to tropical. Hort. Publ., Rutgers. The State University, New Brunswick, N. Jersey, USA. 888 p.
- ELGUETA, H. y CALDERÓN, S. 1971. Estudio del tamarugo como productor de alimento del ganado lanar en la Pampa del Tamarugal. Informe Técnico N° 38. Inst. Forestal, Santiago-Chile. 36 p.
- GONZÁLEZ, C., WYLIE, A., RODRÍGUEZ, M., BÁEZ, M. y SOLER, J. 1973. La nutrición mineral de los vegetales. El análisis foliar y de savia. Metodologías y objetivos. Universidad de Chile - Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 134 p.
- KENWORTHY, A. L. and MARTIN, L. 1966. Mineral contents of fruit plants. *In*: Fruit nutrition. Ed. by N. F. Childers. Hort. Publ. Rutgers. The State Univ. New Brunswick, N. Jersey, USA. pp. 813-870.
- MORRISON, I. K. 1974. Mineral nutrition of conifers with special reference to nutrient starturs interpretation: A review of literature. Dept. of Environment. Canadian Forestry Service. Publication N° 1343. 57 p.
- RICHARDS, L. A. (Ed.). 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. Dept. Agr. Handbook 60. 172 p.
- SMITH, P. F. 1966. Leaf Analysis of citrus. *In*: Fruit nutrition. N. F. Childers, Ed. Hort. Publ., Rutgers, The State University, New Brunswick, N. Jersey, USA. pp. 174-207.
- SUZUKI, F. 1969. Absorción foliar de humedad atmosférica en tamarugo *Prosopis tamarugo* Phil. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Boletín Técnico N° 30. 23 p.
- , BOTTI, C. y ACEVEDO, E. 1973. Relaciones hídricas del tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil.) en la localidad de Canchones (Prov. de Tarapacá). Santiago - Univ. de Chile, Facultad de Agronomía. Boletín Técnico N° 37. pp. 3-23.
- URIU, K. and CRANE, J. C. 1977. Mineral elements changes in Pistachio leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102 (2) : 155-158.