

CONTRIBUCIONES
MENDOCINAS A LA
QUINTA REUNION
REGIONAL PARA
AMERICA LATINA Y
EL CARIBE DE LA RED
DE FORESTACION
DEL CIID

Conservación y mejoramiento
de especies del género *Prosopis*

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA



CRICYT

Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas



IADIZA

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas



CIID

Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo

Unidades de Botánica y Fisiología Vegetal (IADIZA) - Editores

Mendoza - República Argentina - 1993

RELACIONES HIDRICAS
DE *PROSOPIS FLEXUOSA*,
(Algarrobo dulce)
EN EL MONTE,
ARGENTINA

Juan B. Cavagnaro*
Carlos B. Passera*

WATER RELATIONS OF *PROSOPIS FLEXUOSA*, ("Algarrobo dulce") IN THE MONTE ECOSYSTEM, ARGENTINA

* Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (CONICET); C.C. 507; Mendoza; Argentina

Resumen

La experiencia se llevó a cabo en la Reserva Ecológica de Ñacuñán (MAB), ubicada en el centro del ecosistema del Monte. El objetivo del trabajo fue estudiar el estado hídrico de *Prosopis flexuosa* a través de la variación del potencial agua, potencial osmótico y potencial de turgencia, durante un ciclo vegetativo. Las determinaciones se efectuaron periódicamente, en dos horarios: antes del amanecer y en la tarde. El potencial agua pre-amanecer mostró valores relativamente elevados y muy uniformes durante todo el ciclo, oscilando entre -7.7 y -15.5 bares. *P. flexuosa* mantuvo niveles de turgencia relativamente elevados durante todo el ciclo, con valores entre 8.6 y 18.2 bares. El mantenimiento de la turgencia se logró por los valores sostenidamente bajos de pot. osmótico, lo cual indicaría un mecanismo de ajuste osmótico en esta especie. Las determinaciones efectuadas a la tarde mostraron un modelo similar aunque con sensibles disminuciones en el potencial agua y de turgencia. Los resultados mostraron una independencia casi total entre las lluvias caídas y el estado hídrico de los árboles estudiados. Esto hace presumir la utilización de agua de estratos profundos del suelo. Debido a que la napa freática de Ñacuñán se encuentra entre 60-70m de profundidad, se postulan algunas hipótesis para explicar el origen del agua utilizada por los árboles y ubicada en capas profundas del suelo.

Summary

The experience was carried out at Ñacuñán Ecological Reserve (MAB), located in the center of the "Monte" ecosystem. The goal of this work was to study the water relations of *P. flexuosa* by determining water potential, osmotic potential and turgor potential along the growth cycle. Seasonal water relations were monitored at predawn and afternoon time. Predawn water potential showed very uniform values, between -7.7 and -15.5 bars. Relatively high turgor levels (8.6 and 18.2 bares) was maintained by *P. flexuosa*. The turgor maintainance was the consequence of low osmotic potential values, suggesting an osmotic adjustment mechanism for this species. A similar pattern was observed during afternoon determinations, but with a sensible decrease in water and turgor potential. These results have shown lack of relationship between rainfalls and water relations of studied trees. Since water table is 60-70 m deep in Ñacuñán, some hypothesis about water used by trees from deep soil layers are postulated.

INTRODUCCION:

La provincia fitogeográfica del Monte ocupa una franja estrecha y alargada que se extiende entre los 24° y 43° de lat. sur. Se ubica inmediatamente hacia el este de la base de la cordillera de los Andes, ocupando zonas planas, serranías, bolsones y mesetas. En general los suelos son de tipo aluvial, profundos, con escasa o nula evolución pedogénica y con buen drenaje, aunque también se encuentran áreas con suelos salinos, de textura fina y con dominancia de especies halófitas. La falta de agua constituye el mayor factor limitante del Monte. Las lluvias, son de tipo estival en la parte norte mientras que en la parte sur son de tipo invierno-primaveral.

Desde el punto de vista fisionómico es una formación dominada por arbustos, especialmente del género *Larrea*, aunque también son comunes otros géneros como *Bulnesia*, *Plectocarpa*, *Cercidium*, *Atamisque*, *Condalia*, etc. En algunos sectores en que existe una mayor disponibilidad hídrica aparecen árboles principalmente de los géneros *Prosopis*, *Acacia*, *Retama*, etc. (Morello, 1958; Cabrera, 1976). Varias especies de gramíneas anuales y perennes se ubican en el estrato vegetal inferior del monte, en las cuales se basa una explotación ganadera de tipo extensiva.

Numerosos trabajos han sido realizados sobre aspectos fitogeográficos, botánicos, ecológicos, etc. del Monte (Morello, 1958; Cabrera, 1976; Cano y Movia, 1967; Roig 1971, 1972), incluyendo un estudio sobre evolución convergente del Monte y el desierto de Sonora, donde se analizan características ambientales, similitudes filogenéticas de las comunidades vegetales y animales, estrategias adaptativas de las comunidades de ambos ecosistemas (Orians y Solbrig, 1977).

Los árboles de zonas áridas merecen especial atención pues en general, estas formas de vida no son abundantes en esos ecosistemas. En el Monte existen unas pocas especies arbóreas y entre ellas sobresalen los algarrobos (*Prosopis spp*). En Mendoza, *Prosopis flexuosa* ("algarrobo dulce") es, sin dudas, el árbol nativo de mayor importancia, sometido desde hace tiempo a explotación irracional y pérdida de variabilidad genética.

A partir de la década del 70, comienzan a aparecer trabajos sobre aspectos ecológicos y fisiológicos de algunas especies de algarrobos (Sudzuki, 1969; Sudzuki et al., 1973; Went, 1975; Mooney et al., 1977; Mooney et al., 1980; Sharifi et al., 1983; Nilsen et al., 1983; Nilsen et al., 1987; Soseebee and Wan, 1987.) los cuales indican el interés en conocer con mayor profundidad el funcionamiento de los *Prosopis*. Sin embargo, es muy escasa la información al respecto sobre *P. flexuosa* u otras especies de algarrobos del Monte.

En un trabajo de mayor alcance para estudiar la utilización del agua por diversas formas de vida del Monte (árboles, arbustos y gramíneas) se analizaron las relaciones hídricas del árbol dominante de la zona este de Mendoza, *Prosopis flexuosa* (algarrobo dulce) y de otras especies sobresalientes de arbustos y gramíneas. En este trabajo se expondrán algunos resultados obtenidos en *Prosopis*.

MATERIAL Y METODOS

Las determinaciones se llevaron a cabo en la reserva de Biósfera de Ñacuñán (MAB), ubicada en el centro del Monte (32° 02' lat. Sur; 67° 58' long. Oeste; 572 m.s.n.m.) en un área que corresponde a la formación del algarrobal (Roig, 1972). La topografía del sitio es plana y los suelos son de textura arenosa, profundos, sin salinidad. La precipitación es predominantemente estival y alcanza a 340 mm anuales. Las lluvias de verano, generalmente de carácter torrencial, se originan en tormentas convectivas, las cuales presentan una gran variabilidad espacial y temporal.

El nivel freático se encuentra a 70 m de profundidad y las lluvias registradas en los últimos 20 años en la reserva no permiten explicar el aporte de agua en forma significativa a profundidades mayores de 1.20 metros.

En la zona de estudio, existe un bosque abierto de *Prosopis flexuosa*, la mayoría de cuyos ejemplares son renuevos de árboles talados a principios de siglo y en menor proporción algunos ejemplares jóvenes provenientes de resiembra natural a partir de semillas. Los arbustos acompañantes más importantes son *Larrea divaricata* y *Atriplex lampa*, y con menor presencia *Lycium chilensis*, *Condalia microphyla*. Las gramíneas más importantes son *Pappophorum caespitosum*, *Digitaria californica*, *Aristida mendocina*, *Trichloris crinita*, etc.

El estudio de las relaciones hídricas se efectuó mediante la determinación del potencial agua, potencial osmótico y potencial de turgencia. La determinación de potencial agua se efectuó con una cámara de presión (Scholander et al, 1965) con las precauciones indicadas por Turner and Long (1980). La determinación del potencial osmótico se realizó por psicrometría, utilizando una cámara Wescor C-52 y un microvoltímetro modelo H33-T de la misma marca. Para ello, el material se mantuvo a -30°C hasta la realización de las determinaciones, en recipientes con cierre hermético. Antes de la medición el material se descongeló hasta adquirir la temperatura ambiente, se colocó en

una jeringa y se extrajo el jugo celular mediante presión manual. El jugo celular así obtenido se utilizó para determinar el potencial osmótico. El potencial de turgencia se obtuvo por diferencia entre el potencial osmótico y el potencial agua.

Las determinaciones se efectuaron antes del amanecer y en horas de la tarde en 5 plantas, las cuales habían sido seleccionadas y marcadas con anticipación. En todas las determinaciones se utilizaron ramitas terminales, de similar edad y en activo crecimiento. La representación gráfica se efectuó con el promedio de las 5 plantas.

Las determinaciones se efectuaron, periódicamente, durante un ciclo vegetativo, entre el mes de noviembre de 1987 y abril de 1988.

RESULTADOS

La figura 1 muestra la evolución del potencial agua, potencial osmótico y potencial de turgencia de *Prosopis flexuosa* antes del amanecer, durante una estación de crecimiento. Se observa que tanto el potencial agua como el potencial osmótico mantienen una remarcable estabilidad a través del tiempo.

El potencial agua antes del amanecer varió entre -7.7 y -15.5 bares aunque la mayoría de las determinaciones estuvieron alrededor de -12.0 bares. El potencial osmótico dio valores entre -21.9 y -32.2 bares. En todas las fechas estudiadas, los árboles manifestaron una turgencia elevada antes del amanecer (entre 8.6 y 20.0 bares).

Las barras verticales en la porción positiva del gráfico indican las lluvias, expresadas en mm. Sólo cuatro eventos de lluvia pueden considerarse realmente efectivos para el crecimiento de la mayoría de las especies, las ocurridas en noviembre 3, diciembre 23, enero 15 y marzo 10 que alcanzaron valores de 18, 42, 20 y 37 mm respectivamente. El resto de las lluvias fue inferior a 10 mm con un efecto casi nulo sobre el crecimiento de la vegetación, pues debido a la alta evapotranspiración de la zona, la mayor parte de estas lluvias se evapora antes de alcanzar las raíces de las plantas.

En la figura 2 se observa la evolución del potencial agua, osmótico y de turgencia medidos en horas de la tarde, es decir cuando se producen las mayores pérdidas de agua. Los valores de potencial agua disminuyeron más de 10 bares comparados con los obtenidos antes del amanecer. La disminución del potencial osmótico fue menos pronunciada que la del potencial agua oscilando entre -27.9 y -34.9 bares, provocando como consecuencia valores de potencial de turgencia relativamente bajos, alcanzando turgencia cero en la determinación de febrero.

La tabla 1 compara el estado hídrico medido a través del potencial agua de *Prosopis flexuosa* y *Atriplex lampa*, un arbusto importante en el sitio de estudio que también posee un doble sistema radical, en superficie y en profundidad. En la tabla se aprecia el comportamiento totalmente estable del algarrobo, en contraste con el arbusto, el cual refleja con bastante claridad la estrecha relación de esta forma de vida con las precipitaciones ocurridas en dichos períodos (ver figura 1).

Tabla 1

Potenciales agua de *Prosopis flexuosa* y *Atriplex lampa*, medidos antes del amanecer, en el mismo sitio, en Nacuñán, en las fechas indicadas.

Potencial agua (bares)	<i>Prosopis flexuosa</i>	<i>Atriplex lampa</i>
Noviembre 17, 1987	-7.7	-23.5
Diciembre 12, 1987	-11.2	-52.5
Enero 8, 1988	-12.2	-18.6
Febrero 4, 1988	-13.3	-47.6
Marzo 21, 1988	-15.5	-22.9
Abril 6, 1988	-12.4	-45.9

DISCUSION

El potencial agua de *P. flexuosa* antes del amanecer mostró valores remarcablemente estables a lo largo del ciclo vegetativo. Estos valores no muestran influencia de los eventos de lluvias importantes ocurridos en el período, lo cual coincide con datos similares obtenidos en otras especies de algarrobo que se independizan de la humedad presente en las capas superiores del suelo (Nilsen et al. 1983). En la zona de estudio, los algarrobos cumplen normalmente todos los años sus etapas fenológicas aún en los períodos en los cuales las capas superiores del suelo (0-3,0 m de profundidad) se encuentran muy deshidratados (potenciales hídricos inferiores a -40 bares).

Este comportamiento ha sido explicado en parte, por las características freatófíticas atribuidas a la mayoría de los algarrobos (Mooney et al. 1977), y basadas en observaciones de un sistema radical muy extendido en profundidad (Phillips, 1963) y en superficie (Fisher, 1959). Observaciones personales de los autores permiten documentar raíces de algarrobos a más de 10 m de profundidad, aunque se desconoce el máximo nivel alcanzado por *P. flexuosa* en la zona. No existen dudas que estos algarrobos obtienen aguas desde capas profundas del suelo como consecuencia de su sistema radical.

Sin embargo, la freática en Ñacuñán se encuentra a 60-70 m de profundidad, lo cual plantea algunas dudas respecto a la utilización de esta napa por los algarrobos de la zona. Además, los registros de lluvia de la estación meteorológica de la reserva de Ñacuñán, que cubren los últimos 20 años, impiden explicar la penetración superficial del agua de lluvia más allá de 1.20 metros de profundidad. Para explicar el origen del agua obtenida de capas profundas del suelo por los algarrobos en el área de estudio, se postula: a) que las capas profundas del suelo (más de 3 m de profundidad) obtendrían agua por infiltración de las lluvias caídas en las laderas orientales de la "Meseta del Guadal" y posterior movimiento subsuperficial a la zona de estudio, pero considerando que este agua se ubica a menor profundidad que la freática; b) que la recarga por lluvias, de las capas profundas del suelo, se debería a eventos con frecuencia superiores a 20 años.

La figura 1 también muestra que, además de mantener valores de potencial agua muy uniformes, *P. flexuosa* mantiene turgencias bastante elevadas antes del amanecer, durante todas las fechas estudiadas, posiblemente como consecuencia de potenciales osmóticos bien negativos, lo cual indicaría un mecanismo de ajuste osmótico, similar a lo demostrado para *P. glandulosa* en el hemisferio norte (Nilsen et al. 1983). La presencia de ajuste osmótico ha sido resaltada por algunos autores (Nilsen et al. 1983, Soseebee and Wan, 1987) para indicar que la adaptación de *Prosopis* a condiciones de aridez no sólo se basa en evitar la sequía por agua de freática, sino que presenta mecanismos característicos de plantas xerófitas, tolerantes a estrés hídrico como: ajuste osmótico, respuesta estomática al déficit de presión de vapor atmosférico, alta intensidad lumínica para saturación de fotosíntesis, etc.

Los valores de potenciales agua y de turgencia a media tarde muestran una disminución importante respecto a los de preamanecer. Sin embargo, sólo en una de las fechas se obtuvo un valor de turgencia cero, lo cual indica una vez más que, aún bajo condiciones de máxima pérdida de agua, posiblemente por las características mencionadas en el párrafo anterior, *P. flexuosa* muestra adaptaciones que le permiten prosperar bajo condiciones de severo estrés que se presentan en el área de estudio.

Estos resultados preliminares sobre las relaciones hídricas del algarrobo dulce, indican la necesidad de proseguir y profundizar estudios para conocer con mayor detalle los mecanismos ecofisiológicos de adaptación a la aridez de esta importante especie arbórea.

REFERENCIAS

- Cano, E. y C. Movia, 1967. Utilidad de la fotointerpretación en la cartografía de comunidades vegetales del bosque de caldén (*Prosopis caldenia*, Burk). INTA Inst. Botánica Agríc. La vegetación de la República Argentina, 8: 1-44.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. Ed. ACME, Bs. As.
- Mooney, H.A., B.B. Simpson and O.T. Solbrig, 1977. Phenology, morphology, physiology. p. 26-43. In Simpson B.B. (ed.) Mesquite. Its biology in two desert shrub ecosystems. US/IBP Synthesis Series Nº4. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Stroudsburg, Pa.
- Mooney, H.A., S.L. Gulmon, P.W. Rundel and J. Ehleringer, 1980. Further observations on the water relations of *Prosopis tamarugo* of the northern Atacama desert. Oecologia 44: 177-180.
- Morello, J. 1958. La provincia fitogeográfica del Monte. Opera Lilloana 2: 10155.

- Mooney, H.A., B.B. Simpson and O.T. Solbrig, 1977. Phenology, morphology, physiology. p. 26-43. In Simpson B.B. (ed.) Mesquite. Its biology in two desert shrub ecosystems. US/IBP Synthesis Series N 4. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Stroudsburg, Pa.
- Mooney, H.A., S.L. Gulmon, P.W. Rundel and J. Ehleringer, 1980. Further observations on the water relations of *Prosopis tamarugo* of the northern Atacama desert. *Oecologia* 44: 177- 180.
- Morello, J. 1958. La provincia fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana* 2: 10155.
- Nilsen, E.T., M.R. Sharifi, P.W. Rundel, W.M. Jarrel and R.A. Virginia, 1983. Diurnal and seasonal water relations of the desert phreatophyte *Prosopis glandulosa* (honey mesquite) in the Sonoran desert of California. *Ecology* 64: (6): 1381-1393.
- Orians, G.H. and O.T. Solbrig, 1977. Convergent evolution in warm deserts. US/IBP Synthesis Series Nº 3. 331 pp. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Stroudsburg, Pa.
- Roig, F., 1970. Bosquejo fisionómico de la vegetación de la provincia de Mendoza. *Bol. Soc. Arg. de Botánica* 13: 49-80 (Supl.).
- Roig, F., 1971. Flora y vegetación de la reserva forestal de Ñacuñán. *Deserta* 1: 25-232.
- Scholander, P.F., H. T. Hammel, E.A. Hemingsen and E.D. Bradstreet, 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148: 339-346.
- Sharifi, M.R., E.T. Nilsen, R. Virginia, P.W. Rundel and W.M. Jarrel, 1983. Phenological patterns of current season shoots of *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* in the Sonoran desert of southern California. *Flora* 173: 265-277.
- Soseebee, R.E. and C. Wan, 1987. Plant Ecophysiology: A case study of Honey Mesquite. Symposium on Shrub ecophysiology and Biotechnology, Logan, Utah, June 30-July 2.
- Sudzuki, F., 1969. Absorción foliar de humedad atmosférica en tamarugo (*Prosopis tamarugo*, Phil). *Bol. Técnico* Nº 30. Fac. Agronomía, Univ. de Chile.
- Sudzuki, F., C. Botti and E. Acevedo, 1973. Relaciones hídricas del tamarugo (*Prosopis tamarugo* (Phil) en la localidad de Canchones. *Bol. Técnico* Nº 37. Fac. Agronomía, Univ. de Chile.
- Turner, N.C. and M.J. Long, 1980. Errors arising from rapid water loss in the measurement of leaf water potential by the pressure chamber technique. *Aust. J. Plant Physiol.* 7: 527-537.
- Went, F.W., 1975. Water vapor absorption in *Prosopis*. In *Physiological adaptation to the environment* (F.J. Verberg, ed), pp. 67-75. Intext Educational Publishers, New York.

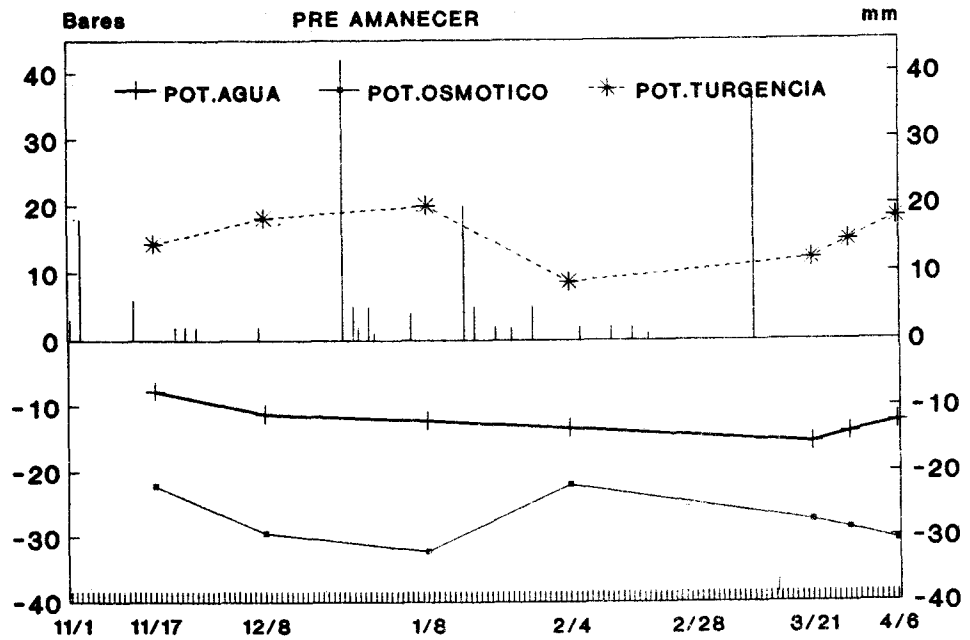


Figura 1. Potencial agua, potencial osmótico y potencial de turgencia medidos en *P. flexuosa* antes del amanecer y lluvias ocurridas en el período. Nacuñán, 1987-1988.

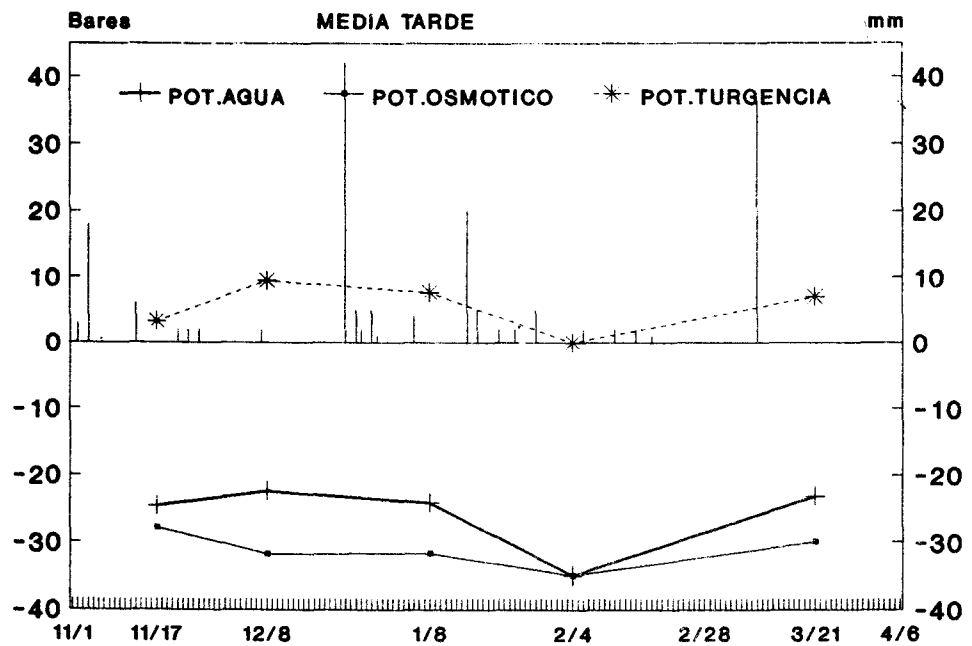


Figura 2. Potencial agua, potencial osmótico y potencial de turgencia medidos en *P. flexuosa* a la tarde y lluvias ocurridas en el período. Nacuñán, 1987-1988.