

# Control de las pérdidas de agua en diferentes especies xerofíticas de la costa SE de Cuba

JAN GLOSER y AVELINO G. SUÁREZ

## RESUMEN

Se presentan los cursos diarios de la conductancia estomática, la temperatura en el suelo y en el aire, y el déficit de saturación hídrica. La temperatura cercana a la superficie del suelo (1 cm) alcanzó valores máximos de 52°C, con una variación de hasta 26°C. A 5 cm de altura se observó la mayor amplitud de la temperatura del aire, registrándose valores entre 24,7 y 36,4°C. Todas las plantas estudiadas, a excepción de las suculentas, responden en mayor o menor grado, cerrando sus estomas, a disminuciones en el contenido de vapor de agua en la atmósfera. La especie que mejor regula sus pérdidas de agua es *Agave albescens*. Entre las otras cuatro especies no suculentas estudiadas, *Croton tenuiramis* y *Plumeria tuberculata* controlan sus pérdidas de agua con mayor eficiencia que *Tricholaena repens* y *Melochia tomentosa*.

## 1. INTRODUCCIÓN

La costa S de la región más oriental de Cuba es el área más seca de toda la Isla. El promedio anual de las precipitaciones fluctúa entre 600 y 800 mm de lluvia (I.C.G.C., 1978); en la franja adyacente al mar los promedios son en algunos lugares aún inferiores, registrándose a veces hasta 500 y 400 mm (A.C.C., 1980), que representa menos de la mitad del promedio general de toda la Isla.

La vegetación de esta faja costera tiene características semidesérticas, con dominancia de arbustos xerofíticos y plantas suculentas, como cactáceas y agaváceas, entre otras. La composición florística y la estructura vegetal de esta región rica en endémicos ha sido estudiada por L. Menéndez, P. Herrera, y C. Chiappy (inédito)<sup>1</sup>, y aunque existen trabajos sobre la ecología de esta región (GARCÍA *et al.*, 1979; RODRÍGUEZ *et al.*, 1982), las variables abióticas y la ecofisiología de las especies presentes no ha sido estudiada suficientemente.

---

J. Gloser pertenece al Instituto de Fitotecnia Experimental, de la Academia de Ciencias de Checoslovaquia. A. G. Suárez pertenece al Instituto de Botánica, de la Academia de Ciencias de Cuba.

<sup>1</sup> Trabajo en preparación sobre la flora y la vegetación en la franja costera entre Tortuguilla y Maisí.

La gran diversidad morfológica mostrada por las diferentes especies que crecen en las mismas condiciones, así como las diferentes formas de respuestas fisiológicas a las condiciones del ambiente extremo que allí impera, deben ser de suma importancia para la formación de la estructura cenótica.

El objetivo del presente trabajo es comparar la eficacia con que diferentes especies que crecen en ese hábitat controlan las pérdidas de agua. Las plantas efectúan ese control principalmente mediante la regulación de su apertura estomática.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área donde se efectuaron las mediciones está situada en la segunda terraza, a 50 m de la costa y 200 m al E del pueblo de Tortuguilla, costa S de la Provincia de Guantánamo, Cuba.

La capa de suelo es poco profunda, distribuida únicamente en las grietas y depresiones formadas en la roca caliza. La cubierta vegetal es escasa, abierta, y con abundancia de especies arbóreas.

Las mediciones se efectuaron durante 24 horas seguidas los días 5-6 de junio de 1978. Los gradientes de humedad y temperatura del aire se determinaron cada hora, entre 5 y 190 cm de altura, empleando psicrómetros Assman. La temperatura del suelo se obtuvo a 1 y 10 cm de profundidad, usando termómetros de mercurio.

La resistencia foliar se midió con un porómetro de difusión Li-60 (Lambda Inst. Co.), obteniéndose valores promedios de 5 mediciones en cada una de las siguientes especies:

*Agave albescens* Trelease. Especie suculenta, anfiestomática, abundante en el área. Sus hojas forman una roseta de alrededor 1,5 m de diámetro. Para las mediciones se seleccionaron las hojas adultas.

*Plumeria tuberculata* Lodd. Arbusto pequeño con hojas esclerófilas y ramas suculentas. Los estomas sólo están presentes en el envés de las hojas.

*Croton tenuiramis* Urb. Arbusto pequeño con hojas anfiestomáticas. Presenta un tipo malacófilo de xerofitismo.

*Melochia tomentosa* L. Especie malacófila, pero menos vigorosa que el *Croton*, con hojas largas y anfiestomáticas.

*Tricholaena repens* (Willd.) Hitchc. Es la única especie de gramínea que crece en las cercanías del área de estudio. Presenta hojas anfiestomáticas. Se midieron sólo hojas de plantas no florecidas.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mediciones se realizaron durante 2 días con condiciones típicas de verano. Por la mañana el cielo estaba despejado, aumentando gradualmente la nubosidad hasta las primeras horas de la noche, en que comenzaba a disminuir.

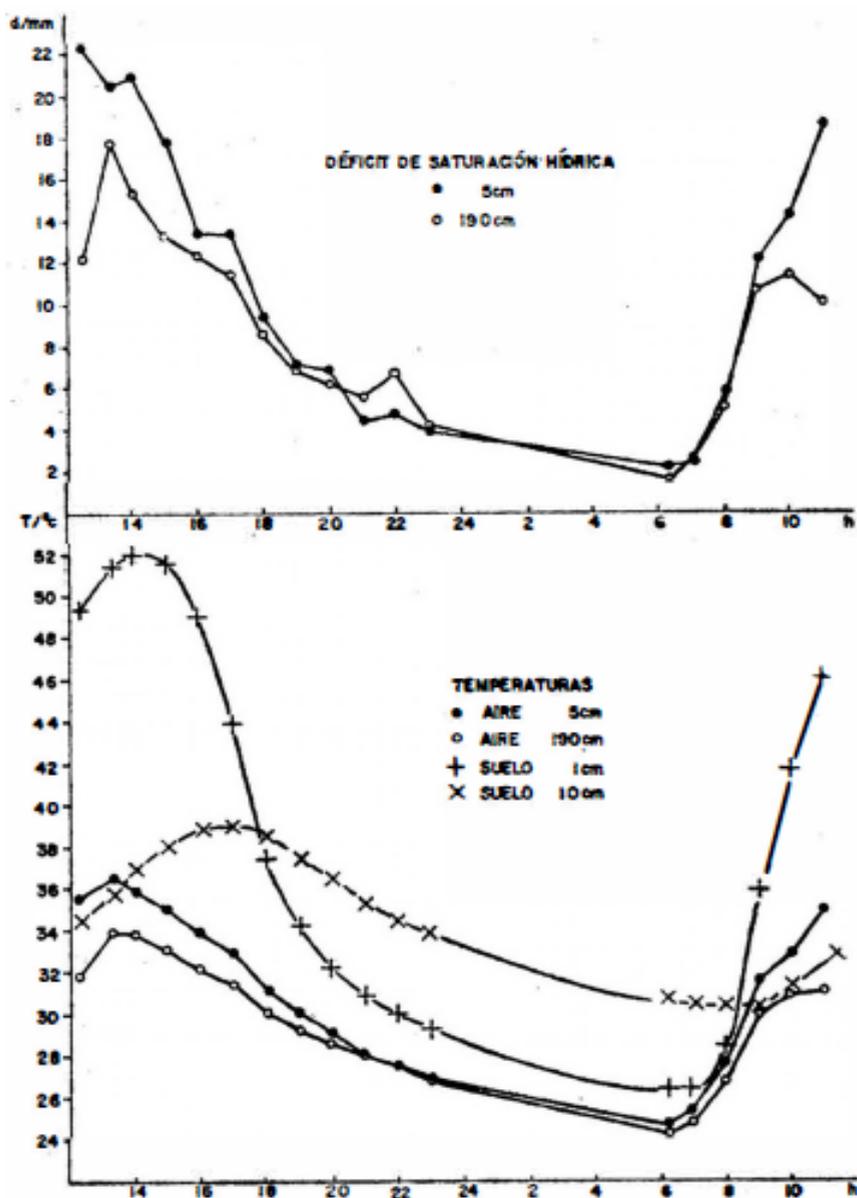


FIG. 1. En la parte superior de la figura se muestran los cursos en el tiempo, medios en horas (eje-x), de los déficit de saturación hídrica del aire (eje-y), medidos en milímetros de mercurio. Las líneas continuas unen los valores medidos a 5 y 190 cm de altura. El curso diario de las temperaturas (°C) del aire (eje-y) a 190 y 5 cm, y del suelo a 1 y 10 cm de profundidad, se muestran en la parte inferior del grabado.

Los gráficos de los cursos diarios de la temperatura en el suelo y en el aire, así como su déficit de saturación hídrica se presentan en la Fig. 1. Podemos observar la gran variación de la temperatura superficial del suelo (1 cm), que alcanza valores máximos de 52°C, con una amplitud hasta de 26°C. A profundidades mayores (10 cm) las oscilaciones no son tan grandes, tan sólo de 8,8°C con temperaturas superiores a los 30,2°C. Estos valores son superiores a los encontrados por GARCÍA *et al.* (1979) y por RODRÍGUEZ *et al.* (1982) en la costa S de Guantánamo, y por Suárez y Smid (en preparación) en suelo sin vegetación en una sabana de mocarreo situada en Yaguaramas, Provincia de Cienfuegos.

La mayor amplitud de las variaciones de la temperatura del aire se observó a 5 cm de altura (entre 36,4 y 24,7°); esta amplitud representa el 45% de la variación de la temperatura del suelo cercana a la superficie (1 cm). Los elevados valores que alcanza durante el día el déficit de saturación del aire en el estrato inferior, crean las condiciones para una evaporación potencial elevada. Los valores máximos de la temperatura del aire, así como de su déficit de saturación hídrica, se presentan poco después de las horas del mediodía. Durante la noche no fue posible la formación del rocío, al alcanzar la temperatura del punto de rocío en el aire solamente 23°C, y ser las temperaturas mínimas tanto del aire como del suelo superiores en todo momento a 24°C.

Los cursos diarios de la resistencia foliar en las cinco especies estudiadas se muestran en la Fig. 2. Los valores de la resistencia foliar están expresados como conductancia (valor inverso). Se observa que la especie que presenta un control más eficiente sobre las pérdidas de agua es *A. albescens*. Esta planta emplea el sendero del carbono, denominado metabolismo ácido de las crasuláceas (MAC), que se caracteriza por abrir los estomas sólo en las horas de la noche, para absorber el CO<sub>2</sub> y luego fijarlo, permaneciendo los mismos cerrados en las horas del día cuando realiza la fotosíntesis. Además, en ella se presentaron los valores mínimos de la conductancia foliar. Este comportamiento da lugar a que sus pérdidas de agua por transpiración se reduzcan a un mínimo. Los máximos valores medidos de la conductancia (0,05 cm/s) fueron inferiores a los reportados por SZAREK y TING (1975), quienes establecieron para las plantas con sendero MAC valores máximos de 0,1-0,5 cm/s, y a los hallados por NOBEL (1976) en *Agave deserti* irrigado artificialmente (0,20 cm/s).

De las especies estudiadas con hojas no suculentas, *C. tenuiramis* y *P. tuberculata* presentan similar amplitud de regulación estomática. En esta última especie, durante las horas de la mañana, la conductancia alcanza valores muy superiores a los de las otras especies. Los valores medidos en *C. tenuiramis*, durante las horas del mediodía y la noche, son

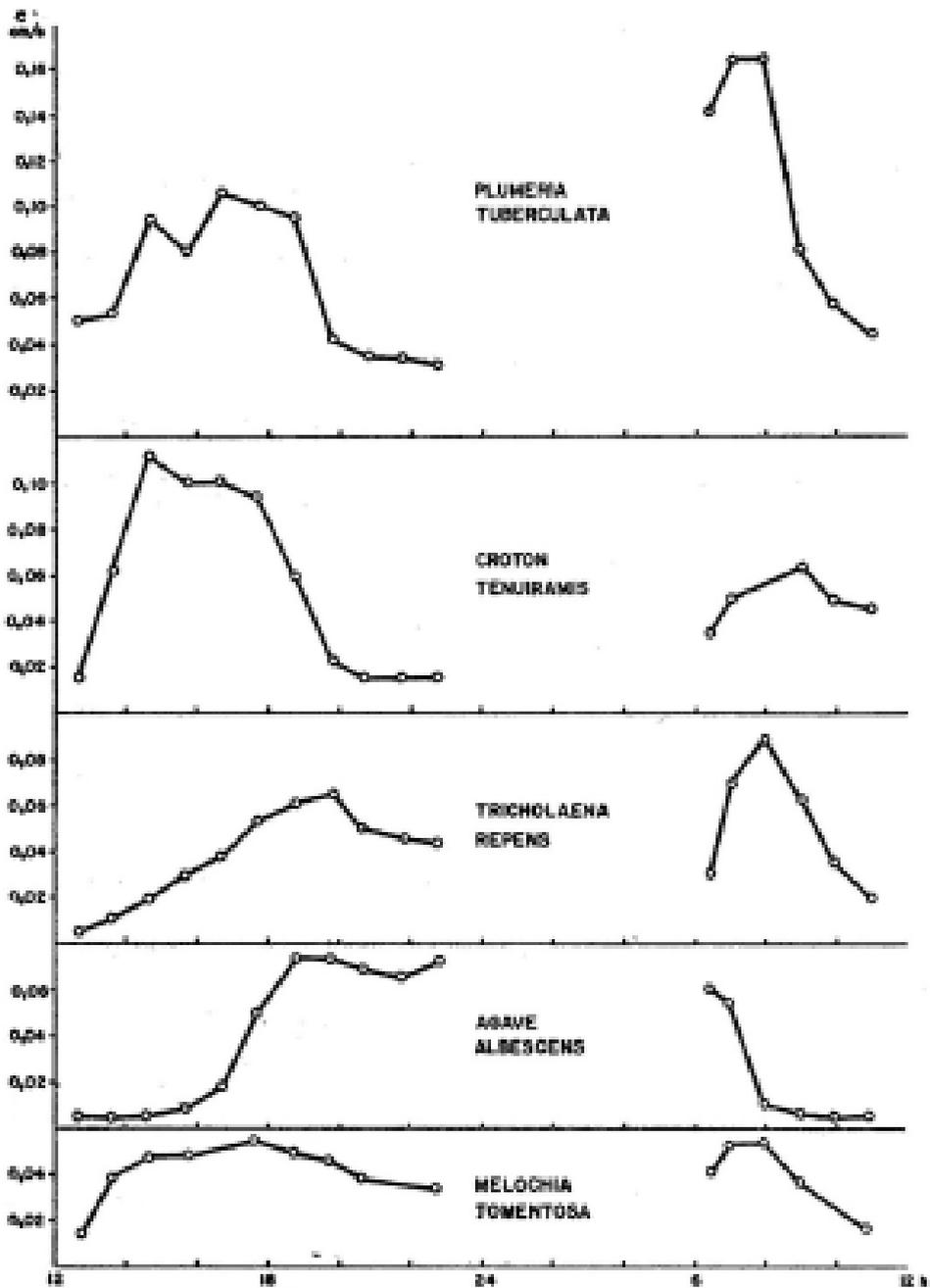


FIG. 2. Cursos diarios de la conductancia foliar (en centímetros cada segundo, eje-y) de *Plumeria tuberculata*, *Croton tenuiramis*, *Tricholaena repens*, *Agave albescens*, y *Melochia tomentosa*, medida a diferentes horas del día (eje-x).

inferiores a los alcanzados por *P. tuberculata*, por lo que su control estomático es mucho mejor.

Entre las especies estudiadas, las que presentaron las menores amplitudes de variación de la conductancia foliar son *M. tomentosa* y *T. repens*, que no sólo presentaron los menores valores máximos en las horas del día, sino que durante las horas de la noche los decrementos de la misma fueron pequeños. En particular, en *M. tomentosa* la amplitud de su regulación es la mitad que la de *T. tenuiramis*, aunque ambas poseen hojas morfológicamente similares.

Las relaciones existentes entre la conductancia foliar y el déficit de saturación hídrica del aire ( $d$ ) se muestra en la Fig. 3 (solamente se presentan los valores medidos en las hojas con suficiente iluminación para que los estomas se mantengan abiertos). Se encontró que, a excepción de *C. tenuiramis*, existe una correlación lineal negativa ( $P < 0,01$ ) entre la conductancia foliar y el déficit de saturación hídrica del aire.

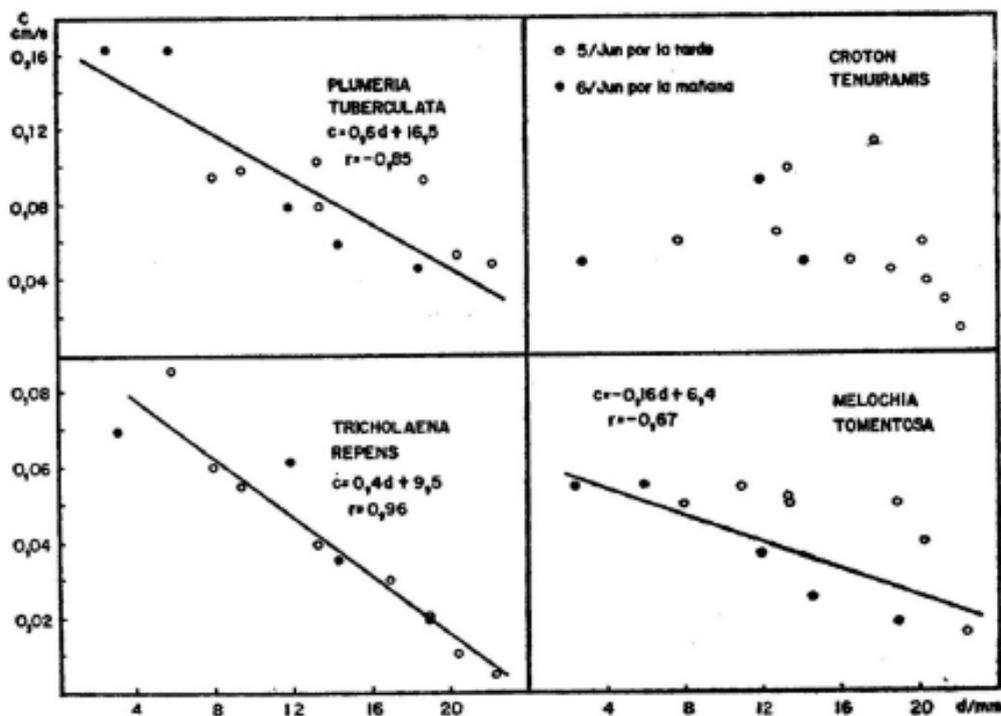


FIG. 3. Déficit de saturación hídrica del aire (eje-x, en milímetros de mercurio) y conductancia foliar (eje-y, en centímetros cada segundo) en *P. tuberculata*, *C. tenuiramis*, *T. repens*, y *M. tomentosa*, medidos los días 5 de junio por la tarde y 6 de junio por la mañana. Se presentan las ecuaciones que resultan de las regresiones lineales obtenidas cuando los coeficientes de correlación ( $r$ ) fueron significativos ( $P < 0,01$ ).

Este comportamiento ha sido reportado para plantas suculentas por diferentes autores (LANGE *et al.*, 1971; SCHULZE *et al.*, 1972; EDWARDS y MEIDNER, 1978; y LÖSCH y SCHENK, 1978).

La correlación más alta hallada ( $r = -0,95$ ) corresponde a *T. repens*. En esta especie un fuerte estrés hídrico del aire ( $d > 18$  mm) provoca valores de la conductancia foliar inferiores a los alcanzados durante el cierre nocturno de sus estomas. La estrecha dependencia existente entre la humedad del aire y el control estomático, y, además, el hecho de que en ella los máximos valores de la conductancia (0,09 cm/s) son muy inferiores a los reportados por KÖRNER *et al.* (1979) para plantas herbáceas (0,2-1,4 cm/s), nos indica que presenta un abastecimiento de agua limitado, debido a su sistema radicular poco profundo, que no puede penetrar mucho entre las fisuras de la roca madre. Todo lo antes expuesto coincide con lo planteado por SCHULZE *et al.* (1972) cuando expresaron que, al disminuir el abastecimiento de agua por el suelo, se intensifica el control del cierre estomático en correspondencia con las variaciones en la humedad del aire.

En el caso de *P. tuberculata*, la correlación no es tan alta como en la especie anterior ( $r = -0,85$ ). Esta planta posee raíces más profundas, luego su abastecimiento de agua es mejor y puede perder mayores cantidades por transpiración, lo cual se demostró al alcanzar los valores más elevados de la conductancia foliar (Figs. 2 y 3). La correlación obtenida para *C. tenuiramis* no es significativa ( $r = -0,3$ ), aunque apreciamos en la Fig. 3 que para valores del déficit de saturación del aire superiores a los 18 mm existe evidentemente una dependencia no lineal entre ambas variables.

#### 4. CONCLUSIONES

Las altas temperaturas que alcanza el suelo, así como la gran evaporación potencial existente cerca del mismo crean las condiciones que pueden hacer crítico el establecimiento de plántulas de diferentes especies en esta área.

Todas las plantas estudiadas, a excepción de las suculentas, responden en mayor o menor grado cerrando sus estomas al disminuir el contenido de vapor de agua en la atmósfera.

En el área estudiada coexisten especies con dos estrategias diferentes para el curso diario del movimiento de sus estomas, descritas por COWAN y MILTHORPE (1968). La primera, que controla de forma más eficiente las pérdidas de agua, es característica de las plantas suculentas. Sus estomas permanecen cerrados la mayor parte del día, abriéndose sólo en las horas de la noche, como *Agave albescens*. RODRÍGUEZ *et al.* (1982), repor-

taron para la misma región un comportamiento estomático similar en *Burcera glauca*.

La otra estrategia presente, típica de las plantas no suculentas, se caracteriza porque los estomas se abren como respuesta a un incremento de la intensidad luminosa y al contenido de CO<sub>2</sub> en la cavidad subestomática, permaneciendo cerrados en horas de la noche y abiertos en las horas del día, o al menos durante una parte del mismo, en dependencia de las condiciones hídricas del ambiente. Las otras cuatro especies estudiadas pertenecen a este grupo; entre ellas las que regulan de forma más eficiente sus pérdidas de agua son *C. tenuiramis* y *P. tuberculata*; en *T. repens* y *M. tomentosa* la regulación es más deficiente.

## REFERENCIAS

- A. C. C., ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA (1980): *Plan de trabajo y medidas para la protección y rehabilitación de la zona costera Maisí-Guantánamo*. La Habana, 26 pp.
- COWAN, I. R., y MILTHORPE, F. L. (1968): Plant factors influencing the water status of plant tissues. En *Water deficits and plant growth* (T. T. Kozlowski, ed.), Academic Press, Londres, vol. 1, pp. 137-193.
- EDWARDS, M., y MEIDNER, H. (1978): Stomatal responses to humidity and the water potentials of epidermal and mesophyll tissue. *J. Exper. Bot.*, 29(110): 771-780.
- GARCÍA, E., RODRIGUEZ, J., SÁNCHEZ, C., y TABLADA, R. (1979): Estudio comparativo ecológico de la vegetación de dos regiones orientales de Cuba, una xerofítica en Imías y otra montañosa en Sierra de Cristal. *Wiss. Zeitschr.*, 28(4): 601-611.
- I. C. G. C., INSTITUTO CUBANO DE GEODESIA Y CARTOGRAFÍA (1978): *Atlas de Cuba*. La Habana, 171 pp., 65 mapas.
- KÖRNER, C., SCHEEL, J. A., y BAUER, H. (1979): Maximum leaf diffusive conductance in vascular plants. *Photosynthetica*, 13(1): 45-82.
- LANGE, O. L., LÖSCH, R., SCHULZE, E. D., y KAPPEN, A. (1971): Response of stomata to changes in humidity. *Pflanzl. J.*, 100: 76-86.
- LÖSCH, R., y SCHENK, B. (1978): Humidity responses of stomata and the potassium content of guard cells. *J. Exper. Bot.*, 29(110): 781-787.
- NOBEL, P. S. (1976): Water relations and photosynthesis of a desert CAM plant, *Agave deserti*. *Plant Physiol.*, 58(4): 576-582.
- (1977): Water relations of flowering of *Agave deserti*. *Bot. Gaz.*, 138: 1-6.
- RODRIGUEZ, N. N., MUÑIZ, S., FERNÁNDEZ, A. M., y ORTA, R. (1982): Estudio ecológico y fitogeográfico de una región xerofítica de Cuba oriental. *Rev. Jard. Bot. Nacl.*, 3(1): 65-101.
- SCHULZE, E. D., LANGE, O. L., BUSCHBOM, U., KAPPEN, L., y EVENARY, M. (1972): Stomatal responses to changes in humidity in plants in the desert. *Pflanzl. J.*, 108: 259-270.
- SZAREK, S. R., y TING, I. P. (1974): Ecophysiological studies of Sonoran desert plants. I. Diurnal photosynthesis patterns of *Ambrosia deltoidea* and *Olneya tesota*. *Oecologia*, 26: 225-234 [citado por Körner, 1979].
- (1975): Photosynthetic efficiency of CAM plants in relation to C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants. En *Environmental and biological control of photosynthesis* (R. Marcelle, ed.), W. Junk, The Hague, pp. 289-297 [citado por Nobel, 1976].

**ABSTRACT**

Daily courses of stomatal conductance, soil and air temperature, and air water saturation deficit are given. Soil surface temperature (1 cm) reached maximum values of 52°C, with a range of 26°C. Air temperature (5 cm high) ranged between 24,7 and 26,4°C. All non-succulent plants studied closed stomata in response to decrements in air water saturation deficit. The most efficient water output regulation was found in *Agave albescens*. Among the other non-succulent plants, regulation in *Tricholaena repens* and *Melochia tomentosa* was much worst than in *Croton tenuiramis* and *Plumeria tuberculata*.