

COMUNICACIONES BIOLÓGICAS

LISTA PRELIMINAR DE PLANTAS CON SISTEMAS FOTOSINTÉTICOS C₃ Y C₄ EN UNA SABANA DE MORRO

ARTURO AMÉRICO SANCHEZ BURGOS
Departamento de Biología
Facultad de Ciencias y Humanidades
Universidad de El Salvador

RESUMEN

La presencia de sistemas fotosintéticos C₃ y C₄ en cinco especies herbáceas de una sabana de morro fueron estudiadas. **Cyperus tenuis**, **C. rotundus**, **Panicum colonum** y **P. hirticaulum** presentan un sistema fotosintético C₄; sólo **Commelina** sp. es una especie C₃. La proporción mayor de plantas C₄ que C₃ sugiere una respuesta adaptativa de la vegetación ante las condiciones adversas del medio.

SUMMARY

The presence of C₃ and C₄ photosynthetic systems in five herbaceous species in a savanna of morro were studied. **Cyperus tenuis**, **C. rotundus**, **Panicum colonum** and **P. hirticaulum** had a C₄ system; only **Commelina** sp. is a C₃ species. A greater proportion of C₄ over C₃ plants suggests the possibility of an adaptative response to adverse environmental conditions.

INTRODUCCION

En el curso de la evolución, las plantas han desarrollado diversos sistemas de organización del aparato fotosintético íntimamente relacionados con el hábitat ecológico. Estos sistemas se diferencian en sus aspectos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos (Hatch & Slack, 1970; Black, 1973; Laetsch, 1974; Brown, 1975; Medina, 1975, 1977; Medina, de Bifano & Delgado, 1976). Se ha reportado tres sistemas fotosintéticos característicos; el C₃ cuya denominación es

debida a que los primeros productos después de la fijación del CO_2 es un ácido de tres carbonos (ácido fósglicérico), el C_4 por la formación de ácidos de cuatro carbonos como el málico y el aspártico y un tercer sistema el MAC (metabolismo ácido de las crasuláceas), con una variación temporal en la absorción del CO_2 (Ranson & Thomas, 1960; Hatch & Slack, 1970; Black, 1973; Caballero, Gil & Berbel, 1977; Osmond, 1978).

En este trabajo se estudió la presencia de sistemas fotosintéticos en algunas hierbas de una sabana de morro, en base a la estructura anatómica de las hojas.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

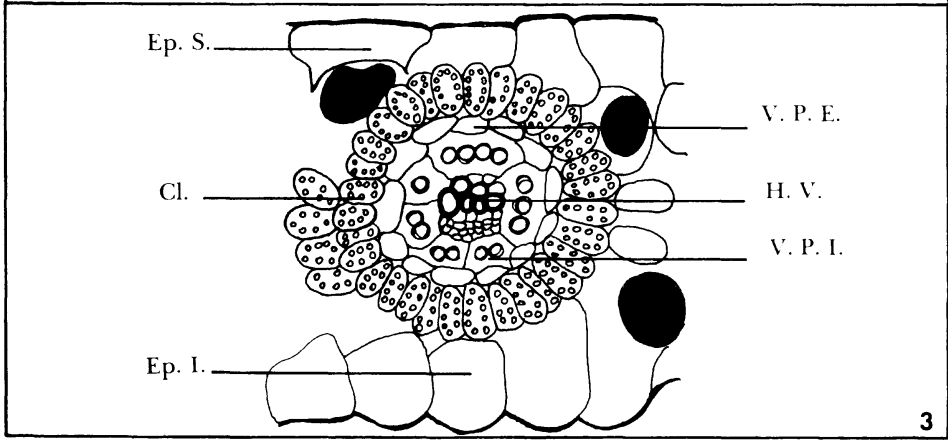
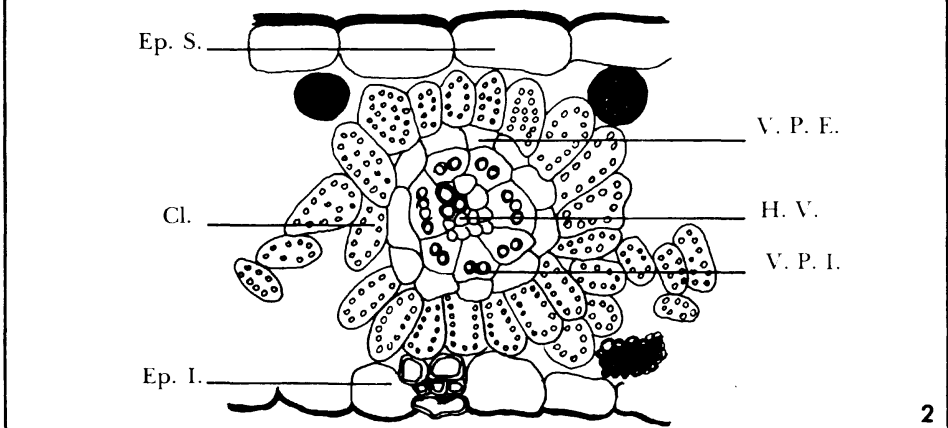
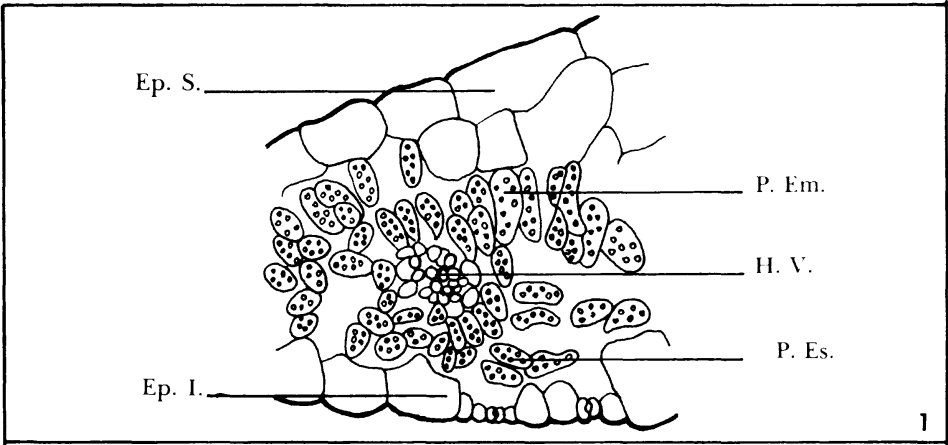
La sabana de morro estudiada está ubicada en los alrededores del puente Colima, entre los Departamentos de Chalatenango y San Salvador, con coordenadas $18^{\circ}14'$ Lat. N. y $89^{\circ}08'$ Long. W. La zona se clasifica según Koopen como clima de sabana tropical caliente "A Waig" (Servicio Metereológico, 1978) y el suelo es grumosol clasificado dentro de la 7a. aproximación como vertisol (Rico, 1974).

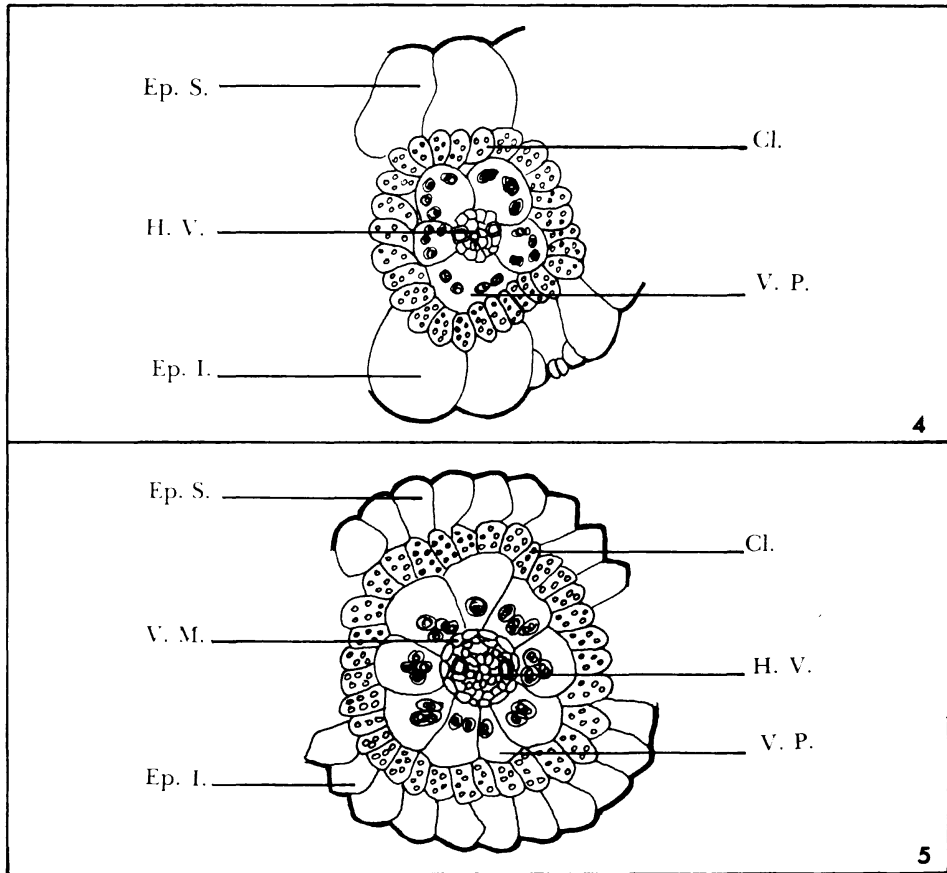
La vegetación arbórea y arbustiva está formada en su estrato arbóreo y arbustivo por **Crescentia alata** (morro) principalmente; **Spondias** sp. (jocote); **Cassia grandis** (carao) y **Acacia** sp. El estrato herbáceo esta dominado por gramíneas y sobre los morros existe una gran variedad de epifitas, orquídeas, bromelias y cactáceas.

MATERIALES Y METODOS

Cinco especies herbáceas fueron seleccionadas de acuerdo a su abundancia y colectadas en el mes de Junio de 1978.

Las plantas fueron traídas al Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador, para la identificación y análisis del sistema fotosintético en base a la anatomía foliar. Se prepararon láminas fijas de cortes transversales de hoja; en la infiltración de tejidos se ocupó parafina y se coloreó con sistema de contraste verde rápido-safranina. En ambos procesos se siguieron las recomendaciones de Sass (1958).





Figuras 1-5

Anatomía de *Commelina* sp. mostrando la estructura típica de una planta C_3 (1); Anatomías de Kranz de *Cyperus tenuis* (2); *C. rotundus* (3), *Panicum colonum* (*Echinochloa colona*) (4) y *P. hirticaulum* (5). Clorenquima (Cl.), epidermis inferior (Ep. I.), epidermis superior (Ep. S.), haz vascular (H. V.), parénquima en empalizada (P. Em.), parénquima esponjoso (P. Es.), vaina mestoma (V. M.), vaina parenquimatosa (V. P.), vaina parenquimatosa externa (V. P. E.) y vaina parenquimatosa interna (V. P. I.).

RESULTADOS

En el cuadro 1 se puede observar que de las plantas analizadas solamente una pertenece por su anatomía al sistema fotosintético C_3 , **Commelina** sp. con un haz vascular, sin vaina y sin parénquima radial a su alrededor (Fig. 1).

Cuadro 1

PLANTAS CON SISTEMAS FOTOSINTETICOS C_3 Y C_4 ENCONTRADAS
EN LA SABANA DE MORRO, EN LOS ALREDEDORES DEL
PUENTE COLIMA

ESPECIES	C_3	C_4
Commelina sp.	X	
Cyperus tenuis		X
Cyperus rotundus		X
Panicum colonum		X
Panicum hirticaulum		X

Entre las plantas que presentan el sistema fotosintético C_4 tenemos las ciperáceas **Cyperus tenuis** (Fig. 2) y **Cyperus rotundus** (Fig. 3). Estas presentan el síndrome de Kranz formado por dos vainas parenquimatosas, una de células grandes y otra externa de células pequeñas sin cloroplastos; alrededor de este complejo se dispone el clorénquima radial.

También son plantas C_4 las gramíneas **Panicum colonum** (**Echinochloa colona**) (Fig. 4) y **Panicum hirticaulum** (Fig. 5). La primera posee una vaina parenquimatosas con cloroplastos centrífugos, alrededor de la cual se dispone el clorénquima radial; la segunda con dos vainas, una externa parenquimatosas de células grandes con cloroplastos centripetos y una interna o vaina mestoma de células pequeñas con paredes engrosadas y sin cloroplastos.

DISCUSION

Numerosas especies de las familias Graminacea y Cyperacea han sido reportadas como plantas C_4 y C_3 . En cambio, no se reporta a las especies de la familia Commelinaceae como plantas que poseen el sistema fotosintético C_4 ni el sistema MAC. Welkie & Caldwell (1970), Laetsch (1974), Brown (1975) reportan que es conocido que las siguientes familias tienen especies C_4 : Amaranthaceae, Aizoaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Gramineae, Nyctaginaceae, Portulacaceae y Zygophyllaceae. En cambio, para el sistema MAC se dan como familias representativas de las angiospermas: Agavaceae, Aizoaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Liliaceae, Orquidaceae (Osmond, 1978).

Entre las ciperáceas, del género **Cyperus** han sido reportadas como C_4 . **C. rotundus** L. (Johnson & Hatch, 1968; Welkie & Caldwell, 1970), **C. albomarginatus**, **C. bowmannii**, **C. esculentus**, **C. polystachyos** y **C. globosus** (Johnson & Hatch, 1968; Welkie & Caldwell, 1970; Brown, 1975). Según Johnson & Brown (1973) y Brown (1975), por las características anatómicas y citológicas, este grupo de plantas están clasificadas en el tipo "Ciperóide", pero algunas plantas de este género como **C. alternifolius** y **C. gracilis** operan únicamente con el ciclo de Calvin-Benson o de las plantas C_3 (Johnson & Hatch, 1968; Brown, 1975).

En el género **Panicum**, han sido reportadas numerosas especies con la anatomía de Kranz (Downton, Berry & Tregunna, 1968; Downton, 1971; Ludlow & Wilson, 1972; Johnson & Brown, 1973; Smith & Brown, 1973; Brown, 1975; Hattersley & Watson, 1976) entre ellas **Panicum colonum** L. (Brown, 1973; Johnson & Brown, 1973; Hattersley & Watson, 1976). Brown, (1975) clasifica este género en el tipo "Panicóide" y agrega que en éste hay variación en la anatomía de Kranz, posiblemente esto explique la diferencia de estructuración de las dos especies reportadas. Además, Smith & Brown (1973) reportan que en este género existe un gran número de especies con sistema fotosintético C_3 . En un trabajo posterior se podría analizar mas detenidamente este grupo de plantas.

Es notable que en esta lista inicial aparece una cantidad mayor de plantas C_4 que C_3 . Posiblemente al hacer un muestreo cuantitativo de hierbas con relación al sistema fotosintético, la proporción de plantas C_4 sea siempre mayor, ya que ante las condiciones de una sabana de morro de suelos vertisoles (Grumosol) (Rico, 1974), de alta temperatura y de extrema desecación y evaporación en cierta época del año (Lotschert, 1953), es factible encontrar mayor proporción de ellas. Laetsch (1974), Medina (1975, 1977) y Medina, de Bifano & Delgado (1976) dicen al respecto que las plantas C_4 son encontradas en regiones de aridez intermedia y calurosa, como las sabanas tropicales, donde períodos de extrema sequía alternan con períodos de abundante agua. Laetsch (1974) agrega que las plantas C_4 deben ser capaces de sobrevivir en períodos de sequía, además de competir con el rápido crecimiento de las plantas mesofíticas durante el período en que el agua no es limitante para la vida. La anatomía de Kranz y su sistema bioquímico hacen posible que a las altas temperaturas e intensidad lumínica las plantas C_4 tengan una mejor utilización del agua y eficiencia en la fijación del CO_2 , sin pérdida de energía por fotorrespiración, que las plantas C_3 (Laetsch, 1974; Medina, 1975, 1977; Medina, de Bifano & Delgado, 1976; Caballero, Gil & Berbel, 1977; Moore, 1978).

Sería de gran importancia realizar estudios de distribución de los sistemas fotosintéticos presentes en las plantas de las diferentes comunidades vegetales del país y correlacionarlos con la variación de dominancia de estas plantas en las estaciones seca y lluviosa.

LITERATURA CITADA

- BLACK, C.C., Jr. 1973. Photosynthetic carbon fixation in relation to net CO₂ uptake. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 24: 253-286.
- BROWN, W.V. 1975. Variations in anatomy, associations, and origins of Kranz tissue. *Am. J. Bot.* 62: 395-402.
- CABALLERO, A., F. GIL & M. BERBEL. 1977. La productividad de prados mediterráneos. *Investigación y Ciencia.* 6: 82-97.
- DOWNTON, J., J. BERRY & E.B. TREGUNNA. 1968. Photosynthesis: Temperate and Tropical characteristics within a single grass genus. *Science* 163: 78-79.
- DOWNTON, W.J.S. 1971. Further evidence for two modes of carboxyl transfer in plants with C₄ — photosynthesis. *Can. J. Bot.* 49: 1439-1442.
- HATCH, M.D. & C.R. SLACK. 1970. Photosynthetic CO₂ — fixation pathways. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 21: 141-162.
- HATTERSLEY, P.W. & L. WATSON. 1976. C₄ grasses: an anatomical criterion for distinguishing between NADP- malic enzyme species and PCK or NAD-malic enzyme species. *Aust. J. Bot.* 24: 297-308.
- JOHNSON, H.S. & M.D. HATCH. 1968. Distribution of the C₄ —dicarboxylic acid pathway of photosynthesis and its occurrence in dicotyledonous plants. *Phytochemistry* 7: 375-380.
- JOHNSON, S.C. & W.V. BROWN. 1973. Grass leaf ultrastructural variations. *Am. J. Bot.* 60: 727-735.
- LAETSCH, W.M. 1974. The C₄ Syndrome: a structural analysis. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 25: 27-52.
- LOTSCHERT, W. 1953. La sabana de morro. *Com. Inst. Trop. Invest. Cient.* 2(5-6): 122-126.
- LUDLOW, M.M. & G.L. WILSON. 1972. Photosynthesis of tropical pasture plants. IV Basis and consequences of differences between grasses and legumes. *Aust. J. Biol. Sci.* 25: 1133-1145.
- MEDINA, E. 1975. Las plantas y su ambiente. *natura (Venezuela)* 57: 35-38.
- . 1977. Introducción a la Ecofisiología Vegetal. Monografía No. 16. Serie de Biología. Departamento de Asuntos Científicos. Organización de los Estados Americanos. Washington, D. C. 102 pp.
- , T. de BIFANO & M. DELGADO. 1976. Diferenciación fotosintética en las plantas superiores. *Interciencia* 1: 96-104.
- MOORE, P.D. 1978. When C₃ plants do best. *Nature.* 272: 400-401.

- OSMOND, C.B. 1978. Crassulacean acid metabolism: A curiosity in context. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 29: 379-414.
- RANSON, S.L. & N. THOMAS. 1960. Crassulacean acid metabolism. *Ann. Rev. plant Physiol.* 11: 81-110.
- RICO, N. 1974. Las nuevas clasificaciones y los suelos de El Salvador. Editorial Universitaria, Universidad de El Salvador, San Salvador. 98 pp.
- SASS, J.E. 1958. *Botanical microtechnique*, 3rd ed. I.S.C.P. Ames, Iowa. 228 pp.
- SERVICIO METEOROLOGICO. 1978. *Almanaque Salvadoreño*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 90 pp.
- SMITH, B.N. & W.V. BROWN. 1973. The Kranz syndrome in the Gramineae as indicated by carbon isotopic ratios. *Am. J. Bot.* 60: 505-513.
- WELKIE, G.M. & M. CALDWELL. 1970. Leaf anatomy species in some dicotyledon families as related to C₃ and C₄ pathways of carbon fixation. *Can. J. Bot.* 48: 2135-2146.