

## NOTAS SOBRE LA ECOLOGÍA DE *ECHINODORUS GRANDIFLORUS* (CHAM. ET SHL.) MICH. (ALISMATACEAE).

### NOTES ON THE ECOLOGY OF *ECHINODORUS GRANDIFLORUS* (CHAM. ET SHL.) MICH. (ALISMATACEAE).

*Elizabeth Gordon*

*Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apto.  
Postal 47058, Caracas 1041-A, Venezuela. E-mail: egordon@strix.ciens.ucv.ve*

**Palabras Clave:** *Echinodorus grandiflorus*, dispersión, germinación, plántulas.

**Key words:** *Echinodorus grandiflorus*, dispersal type, germination, seedlings.

### Introducción

En ambientes acuáticos la presencia de plantas por reclutamiento a través de la germinación es un evento raro (Gopal y Sharma 1983). En estas especies la reproducción sexual constituye un medio para la dispersión sobre largas distancias y para permanecer en el banco de semillas por largos períodos en estado de latencia; en tanto que la propagación vegetativa fundamentalmente les permite la dispersión sobre cortas distancias y mantenerse en el lugar (Madsen 1991). *Echinodorus grandiflorus* (Alismataceae) es una monocotiledónea, del grupo de los helogeófitos (emergente), que se propaga asexualmente por pseudoviviparías y rizomas ("rootstocks") (Sculthorpe 1967), los cuales funcionan como órganos de perpetuación debido a que permanecen en estado de latencia por largo tiempo en la ecofase terrestre (Velásquez 1994). La propagación sexual ocurre a través de la producción y germinación de achenios.

En Venezuela *E. grandiflorus* se considera una especie cosmopolita (Velásquez 1994) originaria del subtrópico Americano (Sculthorpe 1967); generalmente presenta gran habilidad para colonizar y establecerse en diversos cuerpos de

agua dulce o salobre, estancados o de flujo lento, tales como corrientes de baja velocidad, humedales estacionalmente inundados situados en lagos, lagunas, ríos (Velásquez, 1994), en los cuales se pueden encontrar especies de las familias Cyperaceae, Onagraceae, Poaceae, Rubiaceae (Gordon 1992).

Esta especie al igual que otras de la misma familia se utiliza con fines ornamentales en acuarios y jardines, y podría emplearse en planes de manejo y restauración ecológica de ambientes acuáticos, en los cuales, casi siempre, el método más común de propagación de las plantas es a través de propágulos vegetativos, el cual resulta costoso e inapropiado cuando se emplea a gran escala. De allí que si se desean establecer programas de control o utilización de esta especie es necesario conocer aspectos relacionados con la fenología de la floración y fructificación, dispersión, y requerimientos de germinación y crecimiento de las plántulas. La germinación y el establecimiento de las plántulas al ser afectados por diversos factores ambientales, entre otros disponibilidad de agua, luz, temperatura, constituyen los estadios más críticos en determinar el establecimiento de los individuos en una población (Harper 1977, Angevine y Chabot 1979).

El objetivo de este trabajo fue estudiar las características de los aquenios de *E. grandiflorus* relacionándolas con el tipo de dispersión, así como también determinar algunos factores que afectan la germinación y crecimiento de las plántulas.

## **Materiales y Métodos**

### **1. Morfología del aquenio**

El material utilizado en los experimentos proviene de poblaciones cultivadas. El número de aquenios por infrutescencias se determinó en 50 inflorescencias provenientes de diferentes individuos; el número de aquenios por planta se estimó en 10 individuos escogidos al azar, en los cuales se les contó el número de inflorescencias e infrutescencias.

Las determinaciones del tamaño y características de los aquenios se realizaron sobre material seco, siguiendo la metodología descrita por Gordon y Velásquez (1989). El tipo de dispersión y agentes potenciales de dispersión respectivamente, se asignaron de acuerdo a las categorías descritas por Lejoly y Mandango (1982), y van der Pijl (1972).

### **2. Germinación**

El material utilizado en los ensayos de germinación se mantuvo almacenado en oscuridad a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C). Los experimentos se realizaron en discos de Petri, con doble papel de filtro Whatman No. 1, humedecidos con 5 ml de agua destilada. Se utilizaron tres réplicas por tratamiento, cada una con 100 aquenios, a los cuales diariamente se le agregaba agua para mantener la humedad. Los experimentos se realizaron con aquenios escarificados y no escarificados. La escarificación se realizó mediante el corte de la testa en la zona de emergencia del embrión.

Los experimentos fueron conducidos a las temperaturas constantes de 25, 30 y 35 °C, en luz y oscuridad continua; este último parámetro se obtuvo

cubriendo los discos de Petri con papel de aluminio, observándose la germinación bajo una lámpara de luz verde. La germinación de los aquenios, evidenciada por la emergencia del hipocotilo, se observó cada 2 a 3 días mediante el uso de una lupa. Los resultados se expresaron en porcentaje de germinación acumulativa. Todos los experimentos se llevaron a cabo en una cámara de crecimiento Conviron, Mod. 70-3A3, con temperatura y luz controlada, y una intensidad de radiación de  $40,2 \pm 2,25 \text{ W m}^{-2}$ .

Para los experimentos de germinación sobre sustrato anaeróbico, éste se preparó con porciones iguales de arena y arcilla, y 20 % de abono orgánico; el nivel del agua se mantuvo 1 cm por encima de la superficie del sustrato; 50 aquenios por triplicado, se colocaron sobre la superficie en luz continua y a 25 °C; igual número de aquenios, y de réplicas, se colocaron debajo del sustrato a la misma temperatura.

### **3. Crecimiento de plántulas**

Una vez que la germinación empezó, los aquenios se retiraban de las cápsulas de Petri, y una parte del material se usó en los ensayos de temperatura y crecimiento de las plántulas, los cuales se realizaron bajo las mismas condiciones de intensidad de radiación empleada en los experimentos de germinación. Para cada temperatura (20, 25 y 30 °C), se utilizaron 8 réplicas, y en cada una se colocaron 10 aquenios germinados. Las medidas del crecimiento del cotiledón, radícula, raíz lateral y primera hoja se realizaron con una lupa por método directo (Billings *et al.* 1979), expresándose los resultados en mm.

## **Resultados y discusión**

### **1. Morfología y tipo de dispersión de los aquenios**

Las características externas de los aquenios de *E. grandiflorus*: planos, livianos, presencia de ala dorsal (Tabla 1), junto con que la inflorescencia de esta especie es más alta que las hojas (Velásquez

**Tabla 1.** Valores medios del número de achenios e infrutescencias, y características de los achenios de *Echinodorus grandiflorus*.

<b>Número de infrutescencias y de achenios</b>	
Número de Infrutescencias/Panícula	72,25 ± 15,09
Número de Achenios/Infrutescencias	118,71 ± 28,00
Número de Achenios/Planta	7.450,00 ± 3.645,00

<b>Características externas de los achenios</b>	
<b>Forma geométrica</b>	Planos, fusiformes
<b>Superficie</b>	Traslúcida que deja evidenciar la forma de U cerrada de la semilla.
<b>Color</b>	Amarillentos, ambarinos
<b>Marcas y apéndices</b>	Ala dorsal; 4 - 5 costillas prominentes; 4 - 7 glándulas resiníferas localizadas entre las costillas.
<b>Largo (mm)</b>	3,21 ± 0,35
<b>Ancho (mm)</b>	1,41 ± 0,20
<b>Peso (mg)</b>	0,26 ± 0,03
<b>Tipo de Dispersión</b>	<sup>1</sup> Desmocoras, <sup>2</sup> pleocoras
<b>Agentes potenciales de dispersión</b>	Abióticos
<b>Síndromes de dispersión</b>	Hidrocoria, anemocoria, epizoocoria

<sup>1</sup>Adherentes. <sup>2</sup> Con adaptaciones para la flotación (Lejoly y Mandango 1982).

1994), sugieren adaptaciones para la dispersión por agentes abióticos a través de la anemocoria (van der Pijl 1972).

Asimismo, estas características (planos, livianos, presencia de costillas), parecen adaptaciones para la flotación (hidrocoria), ya que en experimentos de Laboratorio, los achenios, independientemente de la posición de caída, flotan sobre la superficie de aguas tranquilas por varios meses, y si se hunden lo hacen lentamente, posiblemente cuando la testa se descompone. La presencia de glándulas resiníferas (Tabla 1), cuyos segregados permite que los achenios se adhieran, puede impedir o retardar la imbibición durante la flotación. Por otro lado, facilita el transporte pasivo de los achenios de *E. grandiflorus* a través de la

adhesión a las patas y pelos de los animales (epizoocoria, van der Pijl 1972). Estas características son comunes en otras especies de la familia Alismataceae, tales como *Sagittaria lancifolia* (Gordon y Velásquez 1989) y *S. latifolia* (Gordon 1996).

La producción de numerosos achenios por individuo, asociadas con diferentes síndromes de dispersión (Tabla 1) indican el gran potencial de *E. grandiflorus* para propagarse y colonizar nuevos ambientes. La continua floración y fructificación de esta especie (Gordon 1984), además de aumentar la posibilidad de dispersión, sugieren que hay una gran incorporación anual de semillas al suelo, con el consiguiente incremento en la probabilidad de reclutamiento de plántulas a través de la germinación

(individuos de origen sexual), lo cual junto con la elevada producción de propágulos vegetativos por pseudoviviparria (70 - 80 propágulos/inflorescencia) (Gordon 1984) contribuyen a la permanencia de la especie en el lugar.

## 2. Germinación

En aquenios no escarificados colocados en condiciones de luz continua y a las temperaturas constantes de 25, 30 y 35 °C, el más alto porcentaje de germinación (35 %) se obtuvo a 25 °C, disminuyendo considerablemente por encima de esta temperatura. Los aquenios colocados en condiciones de temperatura similares pero en oscuridad continua, no germinaron (Tabla 2). En numerosas especies emergentes se ha reportado que éstas sólo germinan en condiciones de iluminación (Hutchinson 1975, Gopal y Sharma 1983, Gordon 1984, Gordon y Velásquez 1989), señalándose que la dependencia a este factor se debe a que las reservas fotosintéticas de las semillas soportan el crecimiento de las plántulas por un período muy corto; al mismo

tiempo, la inhibición de la germinación en oscuridad conduce a la posibilidad de permanecer en el banco de semillas por largo tiempo (Thompson y Grime 1983).

Los porcentajes bajos de germinación de los aquenios no escarificados de *E. grandiflorus*, a las temperaturas ensayadas (Tabla. 2), puede deberse a que éstas se mantuvieron constantes. En plantas con semillas pequeñas, la germinación es estimulada a temperaturas fluctuantes y con altas temperaturas diarias, y en el caso de las plantas emergentes éste requerimiento aparentemente actúa como un mecanismo sensor de la profundidad, asegurando la germinación en aguas someras (Grime *et al.* 1981, Thompson y Grime 1983).

Sin embargo, para una especie cuyas semillas son pequeñas (Tabla 1), el tiempo de germinación fue relativamente largo, posiblemente debido a factores relacionados con impermeabilidad de la testa, el cual es uno de los mecanismos que mantienen en estado de latencia a varios tipos de

**Tabla 2.** Valores medios y su desviación estandar de la germinación acumulativa (%) de los aquenios de *Echinodorus grandiflorus* en luz y oscuridad continua y a temperaturas constantes.

Temperatura (°C)	Luz (24 h)			Oscuridad (24 h)		
	25	30	35	25	30	35
<b>Germinación (%) de aquenios no escarificados a los 25 días</b>	34,5±4,9	18,1±1,5	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
<b>Germinación (%) de aquenios escarificados a los 2 días</b>	98,0±2,0	99,0±1,0	98,0±1,8	98,0±0,8	98,0±1,5	98,0±1,8
<b>Germinación (%) de aquenios escarificados a los 3 días en sustrato anaeróbico.</b>	99,0±1,5 <sup>1</sup>			98,0±1,0 <sup>2</sup>		

Observaciones a los 7 días del experimento:

<sup>1</sup> Sobre la superficie del sustrato: Plántulas

<sup>2</sup> Debajo de la superficie del sustrato: Hipocotilo

unidades dispersantes, ya que impide la entrada de gases y agua (Bewley y Black 1982). Esto posiblemente explica el incremento en 100 % de germinación a los 2 días de iniciado el experimento (Tabla 2) cuando los aquenios se escarificaron. En la gran mayoría de las semillas fotosensibles que tienen una latencia impuesta por la testa, germinan tanto en luz como en oscuridad cuando ésta se elimina (Bewley y Black 1982). Este tipo de respuesta ha sido reportada en varias especies de plantas acuáticas (Hutchinson 1975, Gordon 1984).

De los resultados con temperaturas constantes, se deduce que la sensibilidad a este factor se pierde cuando se escarifican los aquenios, puesto que no hubo inhibición de la germinación a la temperaturas ensayadas (25, 30 y 35°C) (Tabla 2). En especies de plantas cuyas semillas presentan una latencia impuesta por la testa, la cual al eliminarse germinan sobre un amplio intervalo de temperaturas constantes, se considera poco probable que la temperatura sea un factor crítico en la germinación (Bewley y Black 1982).

La germinación de aquenios escarificados en sustrato anaeróbico y a temperatura constante de 25°C germinan en un 100 % por encima y por debajo del sustrato (Tabla 2). Esta respuesta es similar a la encontrada en otras especies de plantas acuáticas (Hutchinson 1975, Obeid y Tag el Seed 1976, Gordon 1984, 1996). El efecto de las bajas tensiones de oxígeno ocurre si la testa permanece intacta, debido a que se espera a que éstas actúen incrementando la presión interna que se ejerce sobre las estructuras que envuelven al embrión. Se ha encontrado en semillas o frutos intactos (no escarificados) que requieren luz para germinar en condiciones anaeróbicas, que la remoción o el simple punzado de la testa elimina este efecto (Hutchinson 1975).

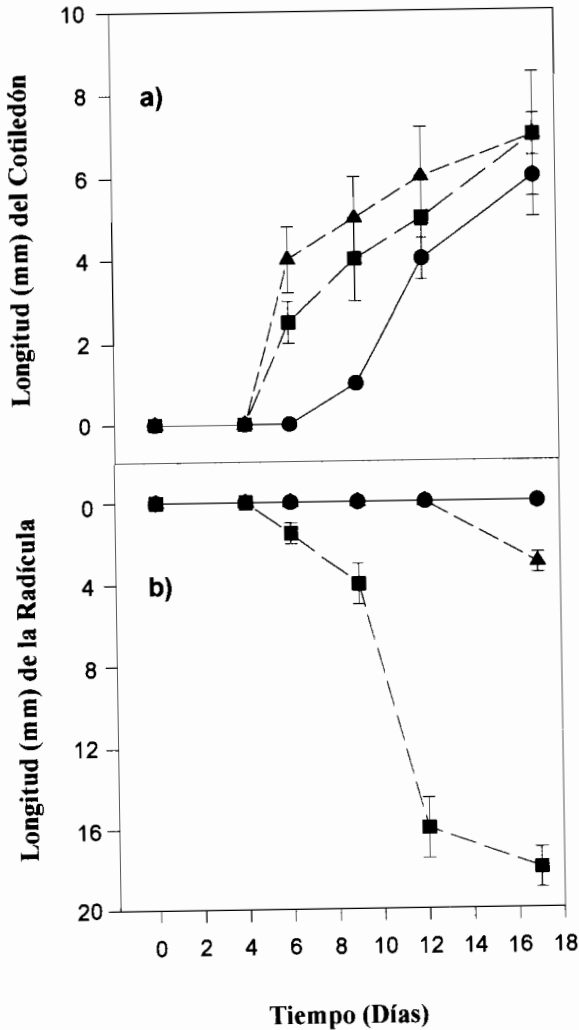
Aunque, el sustrato anaeróbico no fue restrictivo a la germinación de *E. grandiflorus*, no obstante, en ambientes con déficit de oxígeno disminuye la probabilidad de establecimiento de las

plántulas, debido a que se presentan alteraciones en el crecimiento de las mismas (Smolders *et al.* 1995). Por otro lado, la posición del aquenio en el suelo puede influir en las probabilidades de emergencia y de crecimiento de las plántulas, ya que a los 7 días de iniciarse el experimento, se observó que sobre la superficie del sustrato el 99 % estaban en el estadio de plántulas, mientras que debajo de la superficie se mantenían con el hipocotilo (Tabla 2). Las plántulas de esta especie son pequeñas (Gordon 1984), las cuales requieren tanto como sea posible empezar la fotosíntesis.

Aún cuando los experimentos se realizaron en condiciones de luz continua y a temperaturas constantes, de los resultados podemos inferir que la germinación de *E. grandiflorus* parece depender de factores relacionados con la permeabilidad de la testa, más que con la temperatura. De allí que en condiciones naturales, podría estar asociada con los cambios en el régimen hídrico (profundidad y fluctuaciones estacionales de la lámina de agua), lo cual influirá, además de la exposición de los aquenios a la luz, en aquellos factores que promueven la ruptura de la testa, tal como períodos húmedos o secos y actividad de microorganismos en el sustrato. La baja probabilidad del crecimiento de las plántulas debajo del sustrato, posiblemente restringe la germinación de los aquenios a la superficie del suelo o en aguas someras, inhibiéndose cuando estén cubiertos por hojarasca, suelo o por aguas profundas.

### 3. Crecimiento de Plántulas

El crecimiento de las plántulas de *E. grandiflorus* expresados en función de la longitud del cotiledón y de la radícula a 20, 25 y 30 °C, mostró que durante los primeros 9 días el más rápido alargamiento del cotiledón fue a 30 °C, y el menor a 20 °C; sin embargo, a los 17 días, la longitud del cotiledón es similar a las temperaturas ensayadas (Figura 1a), no observándose efecto de la alguno de la temperatura sobre el crecimiento de la primera hoja (Figura 2).



**Figura 1.** Valores medios y su desviación estándar de la longitud (mm) del cotiledón (a), y de la radícula (b) de plántulas de *Echinodorus grandiflorus* creciendo en luz continua y a temperaturas constantes (● 20°C; ■ 25°C; ▲ 30°C).

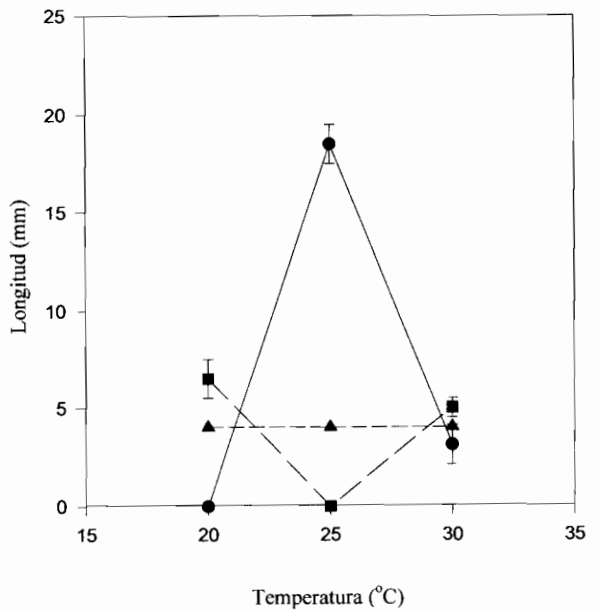
El mayor crecimiento de la radícula fue a 25 °C, el menor a 30 °C, y se inhibió totalmente a 20 °C (Figura 1b). No obstante, cuando el crecimiento de la radícula fue menor, se presentó un incremento en la producción de raíces laterales (Figura 2), observándose un efecto compensatorio de la temperatura sobre el alargamiento de las raíces.

Los resultados indican una respuesta diferencial del crecimiento de las plántulas con

respecto a la temperatura; así, el más rápido alargamiento del cotiledón fue a 30 °C, mientras que en la radícula se alcanzó a 25 °C (Figura 1a, b). La respuesta del crecimiento radicular con la temperatura coinciden con los reportados en otras plantas acuáticas (Barko y Smart 1981, Gordon 1984, 1996, Gordon y Velásquez 1989).

A pesar de que la radícula y la raíz lateral emergen tardíamente, sin embargo a los 12 días, éstas se alargan rápidamente. Una vez que las semillas germinan, la habilidad de las plántulas para desarrollar un sistema radicular temprano ya sea del eje principal o de las raíces laterales, asegura prontamente el anclaje y por supuesto el suministro de agua y nutrientes. Asimismo, el comportamiento diferencial con la temperatura, revela el potencial de la especie de variar su crecimiento, lo cual posiblemente influye en su distribución en condiciones naturales.

Los resultados indican que la temperatura afectó el tiempo de emergencia y tamaño de las



**Figura 2.** Valores medios y su desviación estándar de la longitud (mm) de la radícula (●), raíz lateral (■) y primera hoja (▲) respecto a la temperatura durante los primeros 17 días del crecimiento de las plántulas de *Echinodorus grandiflorus*.

plántulas de *E. grandiflorus*. La respuesta de las raíces y del cotiledón con la temperatura, permite, en el caso del uso potencial de esta especie en programas de manejo, escoger las condiciones ambientales que aseguren el máximo crecimiento de las plántulas.

## Agradecimientos

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el soporte económico. A los árbitros por sus valiosas observaciones y correcciones que hicieron posible la edición final de este manuscrito.

## Literatura Citada

- ANGEVINE, M. W. y B. F. CHABOT. 1979. Seed germination syndromes in higher plants. Pp. 188-206, in O.T. Solbrig, S. Jain, G.B. Johnson y P. H. Raven (eds.): Topics in Plant Population Biology. Columbia University Press. New York.
- BARKO, J. W. y R. M. SMART. 1981. Comparative influences of light and temperature on the growth and metabolism of selected submersed freshwater macrophytes. Ecological Monographs 51:997-1010.
- BEWLEY, J. B. y M. BLACK. 1982. Physiology and biochemistry of seeds. Vol. II. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag. New York.
- BILLINGS, W.D., F. GOLLEY, O. L. LANCE y J. S. OLSON. 1979. Methods of studying root systems. Springer-Verlag. Berlin.
- GOPAL, B. y SHARMA, K. P. 1983. Light regulated seed germination in *Typha angustata* Bory et Chaub. Aquatic Botany 16:377-384.
- GORDON, E. 1996. Tipo de dispersión, germinación y crecimiento de plántulas de *Sagittaria latifolia* Willd. (Alismataceae). Fragmenta Floristica et Geobotánica 41: 657-668
- GORDON, E. 1992. Morfología y ecología de semillas de plantas acuáticas vasculares (Suroeste del Edo. Anzoátegui). Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- GORDON, E. 1984. Contribución a la ecología de plantas acuáticas vasculares. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- GORDON, E. y J. VELÁSQUEZ. 1989. Dispersión,

germination and seedling growth of *Sagittaria lancifolia* L. Folia Geobotanic and Phytotaxonomic 24:37-50.

- GRIME, J. P., G. MASON, A. V. CURTIS, J. RADMAN, S.R. BAND, M. MOWFORTH, A.G. NEAL y A. M. SHAW. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. Journal of Ecology 69: 1017-1059.
- HARPER, J. L. 1977. Population biology plants. Academic Press. London.
- HUTCHINSON, E. G. 1975. A treatise on Limnology. Vol. III. Botany Limnological. John Wiley y Sons. New York.
- LEJOLY, J. y A. MANDANGO. 1982. L'association arbustive ripicole a *Alcornea cordifolia* dans Le Hautezaire. Pp: 257-265, in J. J. Symoens, S. S. Hooper y P. Compere (eds.): Studies on aquatic vascular plants. Royal Botanical Society of Belgium. Brussels.
- MADSEN, J. D. 1991. Resource allocation at the individual plant level. Aquatic Botany 41:67-86.
- OBEID, M. y M. TAG EL SEED. 1976. Factors affecting dormancy and germination of seeds of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. from Nile. Weed Research 16: 71-80.
- SCULTHORPE, C. D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold. London.
- SMOLDERS, A. J. P., C. DEN HARTOG y J. G. M. ROELOFS. 1995. Germination and seedling development in *Stratiotes aloides* L. Aquatic Botany 51:296-279.
- THOMPSON, K. y J. P. GRIME. 1983. A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. Journal Applied Ecology 20:141-156.
- VAN DER PIJL. 1972. Principles of dispersal in higher plants. Springer-verlag. New York.
- VELÁSQUEZ, J. 1994. Plantas Acuáticas Vasculares de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Colección Estudios, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

---

Recibido 16 diciembre 1996; revisado 28 mayo 1997; aceptado 17 septiembre 1997