

|                     |   |      |
|---------------------|---|------|
| ISSN<br>0325 - 2809 | Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, n° 11, p: 73 - 81 | 1980 |
|---------------------|---|------|

## BIOLOGIA FLORAL DE *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. EN EL RIO PARANA MEDIO (\*)

*Víctor H. Lallana y María C. Marta (\*\*)*  
 Instituto Nacional de Limnología  
 J. Maciá 1933  
 3016 Santo Tomé (S. Fe)  
 Argentina

### RESUMEN

En el valle aluvial del río Paraná medio *Eichhornia crassipes* ("camalote") resulta ser una de las principales plantas acuáticas por su presencia, biomasa e importancia en los ecosistemas lenfíticos; siendo su biología floral un aspecto interesante y poco estudiado en Argentina.

Los estudios realizados confirmaron la presencia de heterostilia trimorfa en todos los ambientes lenfíticos de la zona, observándose aproximadamente una relación 2:4:4 para las flores longistilas, mesostilas y brevistilas respectivamente. El número de flores promedio por espiga floral fue de 13 (variación 6-30) manteniéndose igual en los tres tipos de flores estudiados.

Se efectuaron algunas observaciones sobre la fructificación en condiciones naturales y se discute la polinización desde el punto de vista morfológico-funcional.

La planta produce normalmente semillas en condiciones naturales, pero se reproduce preferentemente por vía vegetativa.

---

(\*) Trabajo presentado en la Reunión de Comunicaciones Científicas de la Asociación de Cienc. Nat. del Litoral del 2/6/79.

(\*\*) Becario y Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo, respectivamente, del CONICET.

## SUMMARY

### *Floral biology of Eichhornia crassipes (Mart.) Solms. in the middle Paraná river.*

In the alluvial valley of the middle Paraná river, *Eichhornia crassipes* ("camalote") becomes one of the main aquatic plants due to its widespread distribution, biomass and importance in the lenitic ecosystems. Its floral biology constitutes an important aspect which has not been well studied in Argentina.

Performed studies have confirmed the presence of heterostily in all the lenitic environments in the above mentioned area. The relationship for longistylic, mesostylic and shortstylis flowers was 2 : 4 : 4 respectively. The average number of flowers per inflorescence was 13 (range 6 - 30 ) being constant for the three types of flowers studied.

Some observations were performed on the fructication under natural conditions. The self-pollination is discussed from a morphologic and functional point of view.

Although the plant normally produces seeds under natural conditions, its reproduction is mainly vegetative and seedlings from seeds are scarcely found.

## INTRODUCCION

En *E. crassipes*, cada parte de la planta ha sido objeto de numerosas discusiones entre botánicos, especialmente la parte foliar (6, 7, 8). Sobre descripciones botánicas de la planta y en especial de su biología floral se pueden citar, entre otros, los trabajos de Schulz (8); Penfound y Earle (7); Agharkar y Banerji (1) y trabajos más recientes como los de Bock (2) y Tag el Seed y Obeid (9).

La inflorescencia de *E. crassipes* es un caso verdaderamente interesante en la naturaleza. Las flores se presentan en una espiga de duración efímera -1 a 3 días- que sufre el encorvamiento paulatino del pedúnculo, para sumergirse y fructificar bajo el agua. El número de flores por espiga es variable, encontrándose dispuestas aisladamente una por una, sobre el raquis veloso, en los dos tercios superiores, no existiendo flores en la parte basal, cubierta por la espata.

El fenómeno de heterostilia es un hecho conocido en esta especie. En nuestro país fue citado por Schulz (8) y Tur (10) y para los EEUU por Penfound y Earle (7).

Los objetivos del presente estudio fueron confirmar y cuantificar en condiciones naturales la presencia del fenómeno de heterostila en *E. crassipes*; como así también determinar las relaciones biométricas de los distintos tipos de flores y su importancia en la reproducción de la especie.

Con el presente trabajo se pretende contribuir a un mejor conocimiento sobre los aspectos reproductivos de la especie, tendientes a lograr una comprensión cabal de su biología, que permitiría ampliar el campo de investigación orientado hacia posibles medidas de control.

## MATERIAL Y METODOS

La zona de estudio comprendió tres islas próximas a la ciudad de Santa Fe (El Vado, Clucellas, y Los Sapos), situadas geográficamente entre 31° 42' S y 61° 42' W. El muestreo se efectuó en 9 ambientes leníticos con *E. crassipes* como vegetación dominante.

La época de los muestreos estuvo supeditada a los períodos de floración de la especie, tomándose los datos durante el verano de 1979 y de 1980. La recolección de las espigas en flor se realizó en distintos puntos de las lagunas, preferentemente en las zonas marginales debido a su accesibilidad y por encontrarse allí la mayor cantidad de flores. Se evitó la extracción de varias muestras en un área pequeña, dado que la principal forma de reproducción es vegetativa (5) y por lo tanto aparecen grupos de espigas con un solo tipo de flor, producto de los retoños de una misma planta. Para evitar este vicio en el muestreo, la extracción se realizó en forma alternada sin sacar más de dos o tres por vez. Debido a su gran fragilidad fueron conservadas en bolsas de polietileno y colocadas inmediatamente en una heladera de campaña para evitar su pronta marchitez. Así se logró una óptima conservación hasta el momento de su procesamiento en laboratorio. Cada muestra constituyó, en la mayoría de los casos, aproximadamente un 20 % del total de espigas contabilizadas por laguna. En ese porcentaje estaban incluidos los tres tipos de flores: longistilas, brevistilas y mesostilas.

En laboratorio se efectuaron las mediciones de los distintos tipos de flores utilizando una lupa binocular y una pequeña regla milimétrica. Se midió la longitud de los filamentos estaminales (largos y cortos), desde su lugar de inserción hasta las anteras, como así también la longitud del estilo tomada desde la base de inserción del ovario. En cada espiga las mediciones se practicaron sobre tres flores: una del extremo distal, otra del proximal y otra de la parte media. En total se midieron 350 flores y se contabilizaron 1.698 espigas para los cálculos de porcentajes de ocurrencia por laguna (Cuadro n° 1), determinándose sobre 484, el número de flores por espiga y el largo del raquis floral medido desde la base de inserción de la primera flor hasta el extremo distal.

Para cada parámetro en estudio se calculó la media ( $\bar{x}$ ), el desvío estandar (S) y la variación o rango.

Se recolectaron al azar 12 espigas curvadas en distintos estados de fructificación y se las colocó en recipientes apropiados con agua durante 25 días, con el objeto de observar la formación de semillas y frutos y su persistencia en el raquis floral.

## RESULTADOS

### *Heterostilia*

Los datos obtenidos (cuadro n° 1) permiten confirmar la presencia del fenómeno de heterostilia en *E. crassipes*, tratándose de un caso de heterotristilia o heterostilia trimorfa (3) presentándose los tres tipos de flores: longistilas, mesostilas y brevistilas (Fig. 1).

Cuadro N° 1: Cantidad de flores por laguna y sus correspondientes porcentajes.  
L= Longistilas M= Mesostilas B= Brevistilas.

| Fechas                                 | Cantidades por Laguna |            |            |             | % por laguna |             |             |
|--|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|  | L                     | M          | B          | Total       | L            | M           | B           |
| Isla " Los Sapos "                     |                       |            |            |             |              |             |             |
| ABR'79 Laguna 1                        | 39                    | 74         | 77         | 190         | 20,5         | 38,9        | 40,5        |
| ABR'79 Laguna 2                        | 42                    | 49         | 11         | 102         | 41,1         | 48,0        | 10,7        |
| MAY'79 Laguna 2                        | 27                    | 31         | 24         | 82          | 32,9         | 37,8        | 29,2        |
| MAY'79 Laguna 3                        | 1                     | 26         | 1          | 28          | 3,5          | 92,8        | 3,5         |
| NOV'79 Laguna 1                        | 15                    | 12         | 14         | 41          | 36,5         | 29,2        | 34,1        |
| FEB'80 Laguna 4                        | 36                    | 33         | 55         | 124         | 29,0         | 26,6        | 44,3        |
| Isla " Clucellas "                     |                       |            |            |             |              |             |             |
| FEB'80 Laguna "El Martillo"            | 63                    | 286        | 34         | 383         | 16,4         | 74,6        | 8,8         |
| FEB'80 Laguna 1                        | 0                     | 34         | 16         | 50          | 0            | 68,0        | 32,0        |
| FEB'80 Laguna "La Picada"              | 11                    | 73         | 141        | 225         | 4,8          | 32,4        | 62,6        |
| Isla " El Vado "                       |                       |            |            |             |              |             |             |
| MAR'79 Laguna "La Tina"                | 19                    | 55         | 105        | 179         | 10,6         | 30,7        | 58,6        |
| FEB'79 Laguna 6                        | 6                     | 16         | 89         | 111         | 5,4          | 14,4        | 80,1        |
| FEB'80 Laguna "La Tina"                | 59                    | 26         | 30         | 115         | 51,0         | 22,6        | 26,0        |
| Arroyos                                |                       |            |            |             |              |             |             |
| NOV'79 A°del Cerro"<br>(Isla Chapetón) | 0                     | 5          | 3          | 8           | 0            | 62,5        | 37,5        |
| FEB'80 A°Valento"<br>(Isla Clucellas)  | 3                     | 7          | 50         | 60          | 5,0          | 11,6        | 83,3        |
| Valores Totales                        |                       |            |            |             |              |             |             |
| Isla "Los Sapos"                       | 160                   | 225        | 182        | 567         | 28,2         | 39,7        | 32,1        |
| Isla "Clucellas"                       | 74                    | 393        | 191        | 658         | 11,2         | 59,8        | 29,0        |
| Isla "El Vado"                         | 84                    | 97         | 224        | 405         | 20,7         | 23,9        | 55,3        |
| Arroyos                                | 3                     | 12         | 53         | 68          | 4,4          | 17,6        | 77,9        |
| <b>TOTALES</b>                         | <b>321</b>            | <b>727</b> | <b>650</b> | <b>1698</b> | <b>18,9</b>  | <b>42,8</b> | <b>38,3</b> |

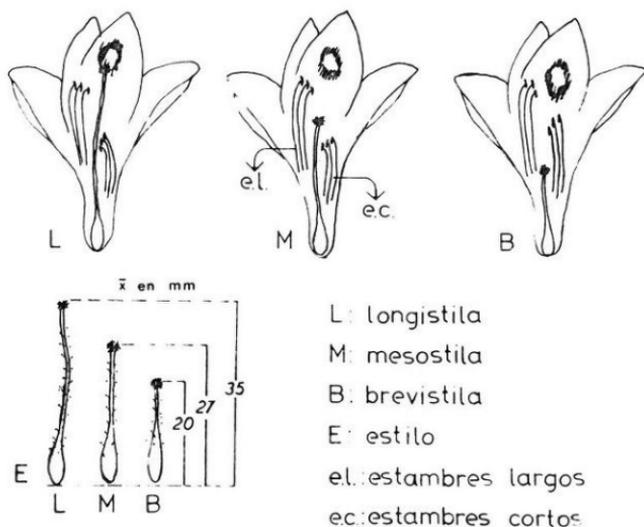


Fig. 1.- Distribución espacial de los estambres y estigmas en flores longistilas, mesostilas y brevistilas de *E. crassipes*. Detalle esquemático de los estilos con sus longitudes medias en mm.

La presencia de los tres tipos de flores se dio en la mayoría de los ambientes estudiados variando los porcentajes, pero manteniéndose como resultado final una preponderancia de flores mesostilas y brevistilas.

Si se consideran las lagunas en forma individual se observa que en algunos casos los porcentajes del muestreo no guardan una relación similar con los totales y por laguna. Este hecho podría deberse a la forma de muestreo, totalmente al azar y también por la forma de reproducción vegetativa de la especie o a su rápido ritmo de crecimiento, que permitiría la predominancia de uno u otro tipo de individuos de acuerdo a los "stands" o colonias iniciales. También habría que considerar los distintos momentos de floración, ya que en una misma laguna pueden sucederse 7 u 8 floraciones desde noviembre hasta abril-mayo. Este hecho implicaría la floración de distintos tipos de plantas en cada una. En la laguna 2 (isla Los Sapos) se observó claramente la variación de los porcentajes en dos floraciones sucesivas (cuadro n<sup>o</sup> 1). De todas maneras, la heterostilia se dio en los distintos años en todas las lagunas estudiadas, excepto en la n<sup>o</sup> 1 de la isla Clucellas.

El muestreo de "Arroyos" comprende cursos de agua que están conectados permanentemente con el río Paraná. Si bien los datos resultan escasos fueron incluidos a los fines de hacer notar la presencia de heterostilia en todos los ambientes. En estos cursos de agua, los porcentajes totales no concuerdan con los de las lagunas debido probablemente al bajo número de muestras.

Los resultados totales y algunos parciales por islas permiten inferir una relación 2:4:4 para las flores longistilas, mesostilas y brevistilas respectivamente (cuadro n° 1).

Desde el punto de vista morfológico existen diferencias entre los tres tipos de flores. El estilo de las flores longistilas presenta una pigmentación púrpura o lilácea en la mitad superior, lo que unido a su gran longitud lo hace perfectamente identificable a campo, mientras que en las mesostilas y brevistilas es totalmente blanco.

Los estambres superiores presentan pigmentación violácea suave y los inferiores son blanquecinos. Las anteras son azuladas.

Se observaron diferencias en los niveles de inserción de las trádes de estambres así por ejemplo en los inferiores, el que se ubica en el medio se inserta 1 ó 2 mm por debajo de los laterales, pero a la vez presenta un mayor desarrollo longitudinal, alcanzando sus anteras la misma altura que las pertenecientes a los otros dos. En las flores brevistilas estos estambres crecen hasta alcanzar alturas similares a los superiores. Las longistilas reducen el tamaño de los superiores pero mantienen una disposición similar a las mesostilas (Fig. 1).

#### Aspectos biométricos

La longitud media de los estilos para cada tipo de flor es perfectamente distinguible. Considerando los rangos de variación, las que mejor se diferencian son las longistilas y mesostilas. Las brevistilas, en cambio, tienen un rango más amplio pero difieren de las anteriores en la longitud media y rango de los estambres cortos (cuadro n° 2). No ocurre lo mismo con la longitud de los estambres mostrando valores similares las brevistilas y mesostilas para los estambres largo o superiores; en las longistilas se diferencian perfectamente siendo de menor longitud. Para los cortos la situación varía, siendo similares entre longistilas y mesostilas, y mucho más largos para las brevistilas (Fig. 1 y cuadro n° 2).

Cuadro N° 2:  $\bar{x}$ , S y rango (en mm) de la longitud de los estambres y estilos en flores de *E. crassipes*. E.L.: estambres largos; E.C.: estambres cortos; E.: estilo

|           | Longistilas (n= 85) |      |       | Mesostilas (n= 106) |      |       | Brevistilas (n= 159) |       |       |
|-----------|---------------------|------|-------|---------------------|------|-------|----------------------|-------|-------|
|           | E.L.                | E.C. | E.    | E.L.                | E.C. | E.    | E.L.                 | E.C.  | E.    |
| $\bar{x}$ | 9,91                | 5,72 | 35,41 | 16,82               | 5,76 | 27,11 | 17,20                | 12,18 | 20,53 |
| S         | 0,85                | 1,03 | 3,22  | 2,44                | 1,11 | 2,71  | 2,84                 | 2,70  | 2,62  |
| rango     | 7-12                | 4-10 | 30-42 | 11-22               | 4-9  | 20-33 | 12-24                | 7-19  | 12-35 |

También se midió, en 20 flores, la distancia comprendida entre las anteras de los estambres superiores y el estigma; encontrándose que para las mesostilas están  $6,1 \pm 1,55$  mm por encima del estigma, para las brevistilas las anteras de las dos tráfades de estambres superan al estigma en  $13,95 \pm 4,94$  mm y  $8,95 \pm 2,72$  mm para los superiores e inferiores respectivamente. En el caso de las longistilas el estigma se ubica a  $4,7 \pm 1,68$  mm por encima de las anteras superiores.

La  $\bar{x}$  del número de flores por espiga es un valor que se mantiene constante en cualquier tipo de individuo, como así también su rango de variación (cuadro n° 3). Algo similar ocurre con las medidas de longitud del raquis floral (cuadro n° 4).

Cuadro n° 3:  $\bar{x}$ , S y rango (en mm) del número de flores por espiga en *E. crassipes*.

|           | Longistilas | Mesostilas | Brevistilas |
|-----------|-------------|------------|-------------|
| n         | 102         | 184        | 198         |
| $\bar{x}$ | 13,74       | 13,23      | 13,47       |
| S         | 4,60        | 3,77       | 3,89        |
| rango     | 5-30        | 6-27       | 5-30        |

Cuadro n° 4:  $\bar{x}$ , S y rango (en mm) de la longitud del raquis floral en *E. crassipes*

|           | Longistilas | Mesostilas | Brevistilas |
|-----------|-------------|------------|-------------|
| n         | 102         | 184        | 198         |
| $\bar{x}$ | 12,25       | 11,79      | 12,00       |
| S         | 2,25        | 2,40       | 2,62        |
| rango     | 7-19        | 7-19       | 8-21        |

### Fructificación

Se observó el desprendimiento de los frutos envueltos con el hipantio en el fondo de los recipientes, hecho éste también observable en condiciones naturales. En una misma espiga se encontraron cápsulas llenas, semillenas y sin semillas.

Por los resultados obtenidos se puede decir que la fructificación, bajo estas condiciones experimentales, ocurrió en un bajo porcentaje. Aproximadamente, las espigas contendrían un 20 % de cápsulas con semillas; variando considerablemente su número por cápsula.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

El fenómeno de heterotristilia en *E. crassipes* en la zona, es un hecho común y frecuente. No siempre es posible encontrar los tres tipos de flores en un mismo ambiente, así lo indica el trabajo de Penfound y Earle (7) quienes estimaron que el 99 % de las flores observadas eran mesostilas, encontrando algunos pocos ejemplares de flores longistilas y ninguna brevistila.

Schulz (8) dice que la longitud del estilo es muy variable, pudiendo alcanzar a los estambres largos o "lo más frecuente" llegar hasta la garganta de la flor (flor mesostila). Por otra parte, en un trabajo más reciente (9) se hace una revisión de los tipos de flores encontradas por varios investigadores, por ejemplo: Haigh (4) determinó que la mayoría de las flores en Ceylán eran longistilas; mientras que en Brasil, India, USA y Jamaica casi todas las flores eran mesostilas (9). Estos autores encontraron, en muestras tomadas al azar del río Nilo, una predominancia de flores mesostilas, hallando solamente una longistila y dos indeterminadas entre 3,934 examinadas.

El hecho de que en nuestros ambientes el fenómeno de heterostilia se presente en forma marcada, tiene que ver probablemente con la cercanía al centro de origen y dispersión de la especie, donde se encontraría la mayor diversidad de formas; sin descartar la influencia del ambiente en la manifestación del carácter. La zona de estudio no se puede considerar como centro de origen, pero sí, influenciada por los aportes de zonas tropicales a través del río Paraná en todos sus tramos.

Como puede apreciarse en el cuadro nº 1, la gran variabilidad de este carácter (heterostilia) es un hecho normal tendiendo a mantener una relación 2:4:4, para las flores longistilas, mesostilas y brevistilas respectivamente.

Las plantas con flores brevis y mesostilas son las que aparentemente pueden autofecundarse en condiciones naturales. Para el caso de las longistilas solo es posible la hibridación. Este hecho tiene relación con la disposición de los estambres en relación al estigma (Fig. 1), lo cual, daría aparentemente una mayor probabilidad de autofecundación para las flores mesostilas, ya que están más próximos entre sí; mientras que en las brevistilas la distancia es mucho mayor y además el estigma se encuentra ubicado por debajo de la garganta del tubo perigonal, reduciéndose la posibilidad de caída del polen en la superficie del mismo.

De todas maneras, el polen caído desde los estambres largos, en el caso de las mesostilas, no necesariamente caerá sobre el estigma de la misma flor; pero a juzgar por lo observado en cuanto a formación de semillas, debe haber un porcentaje considerable de autofecundación natural, aparte de la polinización cruzada que puedan realizar los insectos.

De acuerdo con algunos autores (8, 9) la autofecundación y establecimiento del fruto sería favorecido por una humedad relativa alta y temperaturas entre 25 - 30° C; condiciones que se dan en la zona estudiada en los meses de diciembre, enero y febrero, coincidente con el período de floración de la especie.

La semilla de *E. crassipes* no se considera importante desde el punto de vista reproductivo (2, 5, 9). En Ceylán (4) e India (1), al contrario, es importante la infestación de *E. crassipes* por semilla y esto concuerda con los altos porcentajes de polinización y formación de cápsulas (30 %). En nuestros ambientes hemos encontrado plántulas de semillas pero en muy poca cantidad, siendo la principal forma reproductiva de tipo vegetativa (5).

En síntesis, los resultados expuestos permiten diferenciar claramente los tres tipos de flores, en sus aspectos morfológicos y biométricos, confirmando la presencia y cuantificación del fenómeno de heterostilia trimorfa en *E. crassipes* y la formación de semillas en condiciones naturales.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Ing. Agr. Juan M. Jozami por sus atinadas sugerencias durante la realización del trabajo. Asimismo a la Prof. Clarice P. de Hassan y al Dr. Juan B. Rossi por su lectura crítica.

#### BIBLIOGRAFIA

1. AGHARKAR, S.P. y BANERJI, I. 1930. Studies in the pollination and seed formation of water hyacinth (*Eichhornia speciosa* Kunth). *Agric. J., India*, 35: 286-296.
2. BOCK, J.H. 1969. Productivity of the water hyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *Ecology*, (3): 460-464.
3. FONT QUER, P. 1965. Diccionario de Botánica. *Labor*, Barcelona 1244 p.
4. HAIGH, J.C. 1936. Notes on the water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Solms.) in Ceylon. *Cey. J. Sci.*, 12: 97-107.
5. LALLANA, V.H. 1980. Productividad de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, en una laguna isleña de la cuenca del río Paraná medio. I. Análisis del crecimiento. *Bol. Soc. Arg. Bot.*, 19 (en prensa)
6. OLIVE, E. W. 1894. Contribution to the histology of the Pontederiaceae. *Bot. Gaz.*, 19: 178-184.
7. PENFOUND, W.T. y T.T. EARLE. 1948. The biology of the water hyacinth. *Ecol. Monographs*, 18 (3): 447-472.
8. SCHULZ, A.G. 1942. Las Pontederiáceas en la Argentina. *Darwiniana*, 6 (1): 4-82.
9. TAG EL SEED y M. OBEID. 1975. Sexual reproduction of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. in the Nile. *Weed Research*, 15: 7-12.
10. TUR, N.M. 1970. Notas sobre hidrófitos e higrófilos argentinos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 1: 13-14.