

BIOLOGIA FLORAL DE *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae) *

Víctor H. Lallana y María C. Marta

Instituto Nacional de Limnología

J. Maciá 1933

3016 Santo Tomé (S. Fe)

Argentina

RESUMEN

El objetivo fue confirmar y cuantificar en condiciones naturales la presencia de heterostilía en *Eichhornia azurea* en el río Paraná medio (Santa Fe - Argentina).

Se encontraron individuos longistilos, mesostilos y brevistilos en igual proporción, analizándose aspectos cuantitativos y biométricos de las distintas partes florales.

Se halló una población de plantas de *E. azurea* de gran tamaño, con un elevado número de flores por espiga ($x = 56$) y algunas características biométricas diferentes de las descriptas para la especie.

El tamaño de los granos de polen varió, en relación con la altura de las anteras.

El prolongado período de antesis y los elevados porcentajes de fructificación y producción de semillas por cápsulas, indicaron una efectiva polinización entomófila, en especial en la forma longistila.

En la periferia de las colonias o sobre las márgenes de los cuerpos de agua, fue común la presencia de plántulas originadas de semillas, lo cual señala la importancia de la reproducción sexual en la dispersión y colonización de nuevas áreas por esta especie.

SUMMARY

Floral biology of Eichhornia azurea (Swartz) Kunth (Pontederiaceae)

The purpose of this paper has been to confirm and quantify under natural conditions, the presence of heterostily in *Eichhornia azurea* in the Middle Paraná River (Santa Fe, Argentina).

Longistylis, mesostylis and shortstylis individuals have been found in the same proportions. The quantitative and biometrical aspects of the different floral parts have been analyzed.

(*) Trabajo presentado en las I Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral, Santa Fe, 19-23 Agosto de 1981.

A population of large plants of *E. azurea* having a great number of flowers per head ($\bar{x} = 56$) has been found. It differs in some of its biometrical characteristics with those described for the species.

The size of the grains of pollen in the long stamens are greater than in the medium stamens, being this difference even greater with the short stamens.

The long period of anthesis, high percentage of fructification and seed production per capsule, show an effective entomophilous pollinization, especially, in the longistylic form.

Around the colonies or on the coasts of the bodies of water it has been common to observe the presence of seedlings originated from seeds. This fact shows the importance of sexual reproduction in the dispersion and colonization of new areas by this species.

INTRODUCCION

Eichhornia azurea (Pontederiaceae) es una planta acuática perenne, emergente en su estado adulto, ampliamente distribuida en lagunas, zonas bajas y ríos secundarios de la zona. Su aspecto es similar a *E. crassipes* por lo que suelen confundirse en el campo y en colecciones botánicas.

De acuerdo a la descripción hecha por Schulz⁹, sus tallos son largos y tendidos, alcanzando normalmente 3 a 4 m de longitud, con varias ramificaciones laterales. Las hojas presentan un marcado dimorfismo entre el estado juvenil y adulto. Las flores son de color azul que se intensifica hacia la garganta, con una mácula amarilla muy visible en el escudo. Las espigas florales son grandes y vistosas, con un número de flores muy variable, disponiéndose de a dos por nudo, siendo una sétil y la otra pedunculada.

A diferencia de *E. crassipes*, no presenta una distribución y frecuencia uniforme en las lagunas de la zona, encontrándose sobre las márgenes o en lugares más profundos y de aguas corrientes.

El fenómeno de heterostilia es un hecho conocido en esta especie, al igual que en *E. crassipes*⁵, pero de notable variabilidad según la zona geográfica considerada^{2,7,9,10}. En *E. azurea* la forma mesostila no es frecuente y muchos autores consideraron ambas especies como distílicas^{1,3,6,9}. Barret² describió un nuevo tipo de flor en *E. azurea* denominándolo "*semi-homostylous*" (anteras de la tríade de estambres inferiores adyacentes al estigma). También hizo referencia a la forma mesostila en una población de Costa Rica y otra en bajo Amazonas (Brasil). En Argentina^{5,11}, se hizo mención de los tres tipos de flores para *E. crassipes* y Schulz⁹ consideró ambas especies como distílicas, describiendo a *E. azurea* con el estilo de la flor "por lo común bajo, encerrado en el tubo, otras veces alto, sobrepasando los estambres mayores".

Objetivos: comprobar y cuantificar, en condiciones naturales, la presencia de heterostilia en *E. azurea*, y determinar las relaciones biométricas de los distintos tipos de flores y su importancia en la reproducción de la especie.

MATERIAL Y METODOS

Realizamos el estudio en la laguna La Guardia próxima a la ciudad de Santa Fe, en una población de *E. azurea*. Esta ocupaba una superficie de, aproximadamente, 1.500 m² distribuida en tres áreas, de las cuales dos cubrían una zona marginal de la laguna, en una franja de unos 10 m de ancho y la otra un área distanciada a 50 m de la costa.

Efectuamos los muestreos durante los meses de febrero, marzo y diciembre de 1981. Recolectamos las espigas a una distancia de 5 m de separación entre muestras^{2,5}. Para su

conservación y traslado hasta el laboratorio utilizamos una heladera de campaña. A campo contabilizamos, en total, 458 espigas para el cálculo del porcentaje de ocurrencia de cada forma floral. También hicimos recuentos del número de flores y pimpollos por espiga.

Realizamos las mediciones sobre 10 espigas de cada forma floral, seleccionando tres flores, una de parte distal, otra de la proximal y una del medio, registrando la altura del estigma y anteras (desde la base de inserción del ovario).

Medimos el eje polar y ecuatorial de 30 granos de polen de cada nivel de antera de las tres formas florales, mediante la técnica de inmersión en aceite de cedro⁸. Para cada parámetro calculamos la media (\bar{x}) y el desvío estandar (S).

Sobre 5 espigas florales fructificadas de plantas previamente identificadas de cada forma floral, efectuamos recuentos del número de semillas por fruto y calculamos el porcentaje de fructificación.

RESULTADOS

Comprobamos la existencia de heterostilía en *E. azurea*, hallando representadas las formas florales longistilas, mesostilas y brevistilas, con una distribución similar en el número de individuos para cada una de ellas (cuadro n° 1).

Cuadro 1

Recuentos de formas florales en una población de *Eichhornia azurea* en una laguna (Santa Fe, 1981)

Fecha	LONGISTILA	MESOSTILA	BREVISTILA	TOTAL
31/ marzo	38	37	37	112
6/ abril	13	15	15	43
21/ abril	16	11	11	38
14/ diciembre	64	55	65	184
14/ diciembre	28	33	20	81

La altura media del estigma para cada tipo de flor fue perfectamente distinguible. La de las anteras mostró distintos valores para cada tipo de flor, pero existió poca diferencia entre la tríadas de estambres cortos de las longistilas y mesostilas y los largos de las mesostilas y brevistilas. Además, diferenciamos un tercer tipo de estambres medios en longistilas y brevistilas, siendo algo mayor en la primera (Fig. 1 y cuadro n° 2).

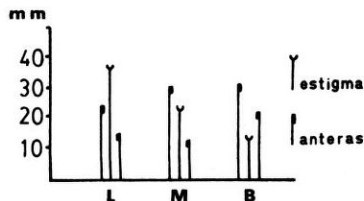


Fig. 1: Altura comparativa de anteras y estigmas en flores longistilas (L), mesostilas (M) y brevistilas (B) de *E. azurea*.

Cuadro 2

Altura y desvío estandar de estigma y anteras de las tres formas florales de *Eichhornia azurea* (n = 30 flores de cada forma).

Forma floral	Altura de estigma (mm)	Altura de antera (mm)		
		Estambre largo	Estambre medio	Estambre corto
LONGISTILA	33,73 \pm 1,36		23,26 \pm 1,01	13,63 \pm 1,12
MESOSTILA	22,2 \pm 1,66	29,76 \pm 2,66		12,9 \pm 1,58
BREVISTILA	13,56 \pm 0,89	30,26 \pm 2,01	22,16 \pm 1,62	

No observamos diferencias en los valores medios del número de flores por espiga en los tres tipos de flores. Al momento de efectuar los recuentos registramos un porcentaje considerable (20 - 25%) de flores en estado de pimpollo (Cuadro n° 3).

Cuadro 3

Porcentaje de pimpollos y promedio de flores por espiga (\bar{x}) en individuos longistilos (L), mesostilos (M) y brevistilos (B).

	No. de Espigas	Pimpollos	Flores abiertas	Total	% Pimpollos	\bar{x}	S	No. flores/espiga	
								Mínimo	Máximo
L	32	214	623	837	25,56	26,15	7,60	13	39
M	29	175	534	709	24,68	24,44	6,85	10	43
B	37	191	810	1001	19,08	27,05	7,27	13	39

Las diferencias entre los valores medios de los ejes polares y ecuatoriales de granos de polen de los dos niveles de anteras de cada forma floral, son significativas al nivel del 5%; excepto entre los ejes polares de las formas brevistilas y longistilas (cuadro n° 4). Existen diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tamaños de granos de polen (eje ecuatorial y polar) de grupos de anteras de distintas formas florales.

Empleando la relación P/E (eje polar / eje ecuatorial)⁸, la forma de los granos de polen de esta especie se puede clasificar como "suboblato a oblato-esferoidal".

El número medio de semillas por cápsulas fue de 155, 51 y 144 para espigas longistilas, brevistilas y mesostilas y el % de fructificación de 72, 70 y 77 respectivamente.

Observaciones de campo

En la periferia de las colonias o sobre el terreno pantanoso (que queda luego del descenso paulatino de las aguas de inundación) observamos la presencia de plántulas de semillas. Estas pueden crecer sumergidas o sobre el barro, siendo sus hojas de forma acin-tada, dísticas e insertadas sobre nudos muy próximos entre sí, no presentando hojas flotantes. En el estado adulto son orbiculares con pecíolos cilíndricos de color rosado fuerte,

Cuadro 4

Longitud media (μm) \pm el desvío estandar del eje ecuatorial y polar en granos de polen de las tres formas florales de *E. azurea*.

	Estambres largos		Estambres medios		Estambres cortos	
	Ecuatorial	Polar	Ecuatorial	Polar	Ecuatorial	Polar
L			50,33 \pm 1,82	38,5 \pm 2,97	47,16 \pm 3,39	38,66 \pm 4,53
M	65,66 \pm 3,88	52,16 \pm 3,13			44,50 \pm 2,01	33,66 \pm 3,19
B	57,00 \pm 4,47	46,83 \pm 3,82	53,5 \pm 4,18	38,16 \pm 3,82		

acodados con una mitad sumergida y otra emergente, permaneciendo las láminas en posición vertical al plano del agua.

La floración es continua durante gran parte del año excepto en los meses de invierno riguroso. La antesis dura entre 8 y 10 días no teniendo uniformidad temporal. Los fenotipos son fácilmente distinguibles a campo por la longitud del estilo. El ovario, estilo y estigma presentan una coloración rojiza. En el estilo la intensidad del color disminuye hacia arriba y aumenta nuevamente a la altura del estigma.

En un área restringida de la laguna (10 x 15 m) encontramos una población muy lozana de *E. azurea*, notablemente diferenciada por el mayor tamaño de sus hojas y pecíolos. Al momento del muestreo (21/5/81) había una pobre floración pudiendo recolectar solo cuatro espigas (cuadro n° 5). La altura media de los estigmas y estambres largos y medios fueron: 11,66 \pm 0,68 ; 25,72 \pm 2,65 y 19,38 \pm 1,53 respectivamente (n = 18). Estos valores muestran diferencias significativas ($P < 0,01$) con las flores brevistilas del cuadro n° 2.

Cuadro 5

Número de flores por espiga y por nudo en individuos brevistilas de *E. azurea* de gran tamaño.

No. Espiga	Largo del raquis (cm)	No. flores por espiga	Nudos florales por espiga	No. flores por nudo
1	20	63	28	2,25
2	19	57	30	1,9
3	20	62	26	2,38
4	21	42	28	1,5

Las observaciones realizadas sobre flores brevistilas nos permitieron detectar algunas diferencias respecto a la descripción hecha por Schulz⁹. En las espigas de un mismo nudo floral se desarrollan 3 pimpollos florales, uno séstil y dos pedunculados. El número de flores por nudo en promedio es de 2 y en algunos casos llega a 2,38. Este elevado número de flores por nudo, origina una espiga más densa (40 a 60 flores) y compacta debido también a que el ráquis floral es relativamente corto. En cada nudo floral la antesis es acrópeta,

abriéndose primero la flor sésil, luego la pedunculada más próxima y por último la distal (Fig. 2); por tal razón la floración dura varios días y siempre es posible detectar un porcentaje de flores en estado de pimpollo. Otra diferencia destacable es la ausencia de la mácula amarilla en el escudo de la flor.

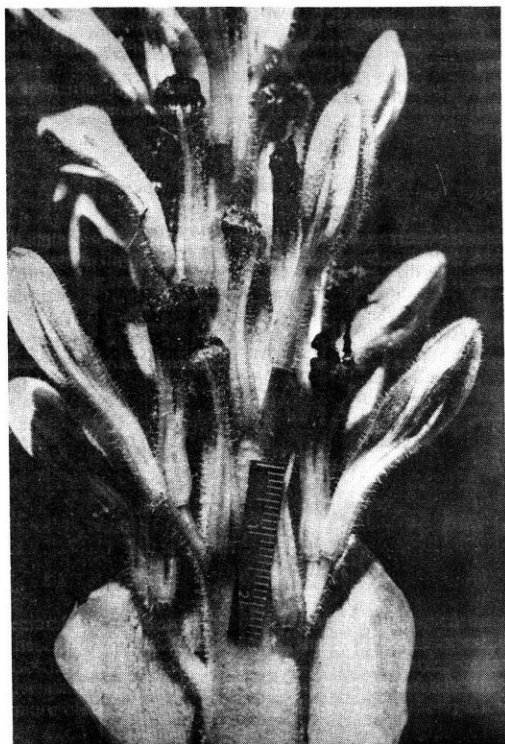


Fig. 2: Espiga floral de *E. azurea* del fenotipo de gran tamaño. Detalle de la disposición por nudo de flores sési-les y pedunculadas.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Si bien Schulz⁹ consideró a *E. azurea* como distílica, nuestros resultados permiten afirmar que la especie presenta heterostilia trimorfa, diferenciando biométricamente y a campo los tres tipos de flores (longistilas, mesostilas y brevistilas). La frecuencia de ocurrencia es similar para las tres formas florales (cuadro n° 1).

Los resultados presentados en el cuadro n° 2 son de magnitud superior a los expresados por Barret². Las diferencias podrían deberse a variaciones fenotípicas debido a las distintas latitudes geográficas, hábitat y origen de las poblaciones en estudio. Al comparar los distintos fenotipos de la forma brevistila hallados en esta zona con los de Barret², comprobamos diferencias significativas ($P < 0,01$) en la altura media de los estigmas y estambres largos y cortos, excepto entre los estambres cortos del fenotipo de gran tamaño.

El tamaño de los granos de polen estuvo acorde con la altura de las anteras. Los granos de polen de los estambres largos son más grandes que los de los estambres medios, acentuándose aún más la diferencia con los cortos (cuadro n° 4).

A pesar de que el número de flores por espiga es similar para las tres formas florales su rango de variación es muy amplio (cuadro n° 3) pero no supera los valores del número de flores por espiga del fenotipo de gran tamaño.

La interpretación Darwiniana⁴ del trimorfismo floral es que se facilita la polinización cruzada por insectos entre formas florales con anteras y estigmas de nivel equivalente (Fig. 1). En condiciones naturales este parece ser un mecanismo válido ya que los porcentajes de fructificación observados son altos en espigas de cualquier forma floral. Además la antesis de varios días aumenta la probabilidad de polinización por los insectos.

En *E. azurea* la reproducción vegetativa no es tan eficiente como en *E. crassipes*. El hecho de ser una planta enraizada restringe su capacidad de dispersión en el medio acuático por vía vegetativa, ya que sólo puede hacerlo esporádicamente por la ruptura de sus largos tallos. Estos, en condiciones adecuadas, deben fijarse a un sustrato a través de sus cortas raíces adventicias, iniciando la colonización de una nueva área. La reproducción sexual parece ser un medio más efectivo de dispersión y colonización, ya que es común observar plántulas originadas de semillas en la periferia de las colonias viejas o sobre las márgenes de los cuerpos de agua.

El hecho de que la colonización de nuevas áreas por vía vegetativa no sea tan significativa como en *E. crassipes*, es quizás uno de los factores por los cuales no se la considere, por el momento, como una especie agresiva. No obstante los estudios sobre esta especie y en particular la reproducción sexual revisten particular interés, ya que potencialmente podría constituir un serio problema en las zonas ribereñas protegidas o no, del futuro embalse del Paraná medio.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bahadur, B. 1968. Heterostyly in *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *J. Genet.*, 60: 14-16.
- 2.- Barrett, S.C.H. 1978. Floral biology of *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae). *Aquat. Bot.*, 5: 217-228.

- 3.- Bock, J.H. 1966. An ecological study of *Eichhornia crassipes* with special emphasis on its reproductive biology. Ph.D. Dissertation, Univ. California, Berkeley, 175 p.
- 4.- Darwin, C. 1964. El origen de las especies (8a. Ed.), *Diana*, México. 503 p.
- 5.- Lallana, V.H. y M.C. Marta. 1980. Biología floral de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. en el río Paraná medio. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 11: 73-81.
- 6.- Mulcahy, D.L. 1975. The reproductive biology of *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae). *Bull. Torrey Bot. Club*, 102: 18-21.
- 7.- Penfound, W.T. y T.T. Earle. 1948. The biology of the water hyacinth. *Ecol. Monogr.*, 18 (3): 447-472.
- 8.- Saenz de Rivas, C. 1978. Polen y esporas. *Blume*. Madrid. 219 p.
- 9.- Schulz, A.G. 1942. Las pontederiáceas de la Argentina. *Darwiniana*, 6 (1): 4-82.
- 10.- Tag El Seed y M. Obeid. 1975. Sexual reproduction of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. in the Nile. *Weed Res.*, 15: 7-12.
- 11.- Tur, N.M. 1970. Nota sobre higrófilos e hidrófilos argentinos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 1: 13-14.