

# ESTRUCTURA, DIMENSIONES Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE MALEZAS DEL TRÓPICO HÚMEDO <sup>1</sup>

Juan Calderón<sup>2</sup>, Elizabeth Alán<sup>3</sup>, Uriel Barrantes<sup>4</sup>

## RESUMEN

**Estructura, dimensiones y producción de propágulos sexuales de malezas del trópico húmedo.** Los objetivos de este trabajo fueron determinar las dimensiones promedio, describir la estructura externa de las semillas, frutos o espiguillas y estimar el número producido por planta y por gramo, de doce especies de malezas. Se elaboraron esquemas de los propágulos. En las dicotiledóneas estudiadas, el número promedio de semillas por planta varió de 1290 en *Asclepias curassavica* hasta 195008 en *Ludwigia* sp. La segunda especie con más elevado número promedio de semillas por planta fue *Sida rhombifolia* (7962) seguida por *Ipomoea* sp.(2876). *Hyptis capitata* mostró mayor número promedio de cabezuelas por planta (341) que *Bidens pilosa* (106) y que *Emilia sonchifolia* (61). *Mimosa pudica* produjo un promedio de 3.3 semillas por fruto. En las *Poaceae*, *Paspalum conjugatum* y *P. Virgatum* produjeron mayor número de espiguillas por rama floral (381 y 1185 respectivamente) que *Ischaemum indicum* (81) y que *Rottboellia cochinchinensis* (14). Se menciona la anemocoria, la hidrocoria y la zoocoria como mecanismos que contribuyen en la dispersión de estas especies.

## ABSTRACT

**Structure, size and production of weed seeds in the humid tropic.** The objectives of this study were to determine the average dimensions, to describe the external structure of seeds, fruits or spikelets and to estimate the number produced per plant and per gram of twelve weed species. Propagules sketches were elaborated. The number of seeds per plant varied from 1290 in *Asclepias curassavica* to 195.008 in *Ludwigia* sp within the dycotyledoneae. The second specie with the highest average number of seeds per plant was *Sida rhombifolia* (7962) followed by *Ipomoea* sp.(2876). *Hyptis capitata* showed a higher number of heads per plant (341) than *Bidens pilosa* (106). *Mimosa pudica* produced an average of 3.3 seeds per fruit. In relation to *Poaceae* species *Paspalum conjugatum* y *P. Virgatum* produced a larger number of spikelets per floral branch (381 y 1185 respectively) than *Ischaemum indicum* (81) and *Rottboellia cochinchinensis* (14). Anemocory, hydrocory and zoocory are mentioned as mechanisms contributing to dispersal of these species.



## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las estrategias de manejo de plagas y enfermedades están dirigidas a la fase crítica de su ciclo de vida. En las plantas, la germinación es quizá la fase crítica en su desarrollo (Radosevich y Holt, 1984).

Una plántula de tamaño grande parece tener ventaja durante la competencia inicial (Spitters y Aerts, 1983). En ambientes tropicales húmedos, las especies que típicamente llegan a establecerse en habitats boscosos, tienden a tener semillas más grandes que las que regeneran en habitats secundarios abiertos (Foster, 1986). El tamaño de la semilla representa un compromiso entre los requerimientos para la dispersión, que se

favorecerían con semillas pequeñas y los requerimientos para el establecimiento de las plántulas, que se verían favorecidos con semillas de mayor tamaño. Para las especies de sitios abiertos, es esencial una amplia dispersión, mientras que la carencia de una alta competencia con plantas vecinas, torna menos importante la presencia de grandes reservas en la semilla (Fenner, 1985). Muchas de las peores malezas del mundo tienen semillas muy pequeñas y plántulas de reducido tamaño (Seibert y Pierce, 1993).

Dentro de las limitaciones de una estrategia reproductiva dada, existe un claro antagonismo entre el número y el tamaño de las semillas (Fenner (1985). Entre las características de las malezas relacionadas con la

<sup>1</sup> Proyecto de germinación y latencia de semillas de malezas tropicales. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

<sup>2</sup> Cooperativa de Productores de Leche R.L., Río Frío, Sarapiquí, Costa Rica.

<sup>3</sup> Escuela de Biología. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

<sup>4</sup> Escuela de Ciencias y Letras, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sede Regional San Carlos. Costa Rica.

producción de semillas se menciona una alta cantidad de semillas bajo condiciones ambientales favorables (Klingman y Ashton, 1980), alguna producción de semillas bajo un amplio ámbito de condiciones ambientales y cuando las condiciones ambientales lo permiten, estas plantas producen semillas en forma constante (Baker, 1974). Por ejemplo *Cyperus articulatus*, *C. esculentus*, *Echinochloa colonum* y *Spermacoce laevis* permanecieron en estado reproductivo gran parte del ciclo de cultivo en un campo de arroz irrigado (Alán, 1994).

Otra característica de las plantas, particularmente de las malezas, es la presencia de adaptaciones para la dispersión a corta y a larga distancia, por ejemplo el reducido peso de las semillas y de los frutos, pelos y extensiones en forma de alas para favorecer la anemocoria y estructuras como espinas o aristas, que permiten a las semillas o frutos adherirse a la piel de los animales (Alán *et al.*, 1995; Fenner, 1985).

La actividad humana en muchos casos desempeña un papel importante en la dispersión de propágulos de malezas. La identificación de estos así como la descripción de sus adaptaciones particulares para la dispersión, pueden contribuir en estudios del banco de semillas del suelo y en la prevención de invasiones de malezas en los campos de cultivo.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar las dimensiones promedio, describir la estructura externa de los propágulos sexuales (semillas, frutos o espiguillas) y estimar el número producido por planta y por gramo, en doce especies de malezas .

## MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta se realizó en Santa Clara, Cantón de San Carlos, Costa Rica en los alrededores del campus del Instituto Tecnológico de Costa Rica. La región corresponde a la zona de vida de Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1987) con una temperatura promedio de 25 °C y una precipitación promedio anual de 3000 mm.

Los propágulos sexuales en estado de madurez se obtuvieron de especies comunes en la región, que se encontraban en el estado fenológico cuatro que corresponde a floración y fructificación (University of Missouri, 1985) en el momento de la colecta. Se colectaron frutos (polispermos) y semillas de *Asclepias curassavica*, *Ipomoea* sp., *Ludwigia* sp., *Mimosa pudica* y *Sida rhombifolia*; y cabezuelas y frutos (monospermos) de *Bidens pilosa*, *Emilia sonchifolia* e *Hyptis capitata* en el grupo de las dicotiledóneas. Se colectaron ramas florales maduras con espiguillas y frutos (monospermos)

de las monocotiledóneas de la familia Poaceae *Ischaemum indicum*, *Paspalum conjugatum*, *P. virgatum* y *Rottboellia cochinchinensis*.

La colecta del material se realizó en agosto de 1993 aleatoriamente en 10 plantas de cada especie. En las poáceas se colectaron 10 ramas con estructuras reproductivas (ramas florales) debido a la dificultad para discriminar plantas individuales, en algunas de las especies. El material se depositó en bolsas plásticas y se trasladó al laboratorio para el recuento de las estructuras reproductivas por especie y por planta. Se calculó el número promedio de semillas, frutos y cabezuelas por planta, de semillas por fruto, de frutos por cabezuela y de espiguillas por rama floral. Se determinó el mínimo y el máximo número de frutos y semillas en las especies con frutos polispermos, de cabezuelas y frutos en las dicotiledóneas con frutos monospermos y de espiguillas por rama floral en las especies de la familia Poaceae.

Se determinó el número promedio de semillas, frutos o espiguillas por gramo realizando un conteo de ellos en 10 lotes de un gramo cada uno, provenientes de distintas plantas de una misma especie. Para obtener los lotes de un gramo se utilizó una balanza analítica BOSCH S 2000. Se determinó la longitud, la anchura y el grosor de 10 semillas, frutos o espiguillas tomados al azar del material colectado por especie, utilizando un calibrador. Se calcularon las desviaciones estándar correspondientes al número de propágulos sexuales por gramo y a sus dimensiones. Se elaboraron esquemas representativos de las semillas, frutos o espiguillas de cada especie del estudio, mediante observaciones a simple vista o con ayuda de un microscopio estereoscópico Nikon.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las ocho especies de dicotiledóneas estudiadas *Asclepias curassavica*, *Bidens pilosa*, *Emilia sonchifolia*, *Hyptis capitata*, *Ipomoea* sp., *Ludwigia* sp., *Mimosa pudica* y *Sida rhombifolia*, el número promedio de frutos por planta varió de 15 en *A. curassavica* hasta 110 274 en *H. capitata* (Cuadros 1 y 2). No obstante, los datos de campo mostraron una alta variación en el número de frutos por planta. Por ejemplo, en *A. curassavica* se observó un mínimo de siete y un máximo de 24 frutos por planta, mientras que en *S. rhombifolia* estos valores fueron de 198 y de 3070 respectivamente (Cuadro 1). Entre los factores que podrían influir en la variación de estos datos se proponen la edad de las plantas y la plasticidad genética dentro de las especies. El ámbito de variación del número de semillas (valores máximo y mínimo) por fruto fue mucho

**Cuadro 1.** Producción promedio, mínima y máxima, de frutos y semillas y número promedio de semillas por gramo, en cinco especies de malezas dicotiledóneas del trópico húmedo de Costa Rica. 1993.

Especie	Frutos por planta	Semillas por fruto	Semillas por planta	Semillas por gramo
<i>Asclepias curassavica</i>	15,0	86,0	1290	370,6
Mínimo	7,0	60,0		(11,24)*
Máximo	24,0	103,0		
<i>Ipomoea</i> sp.	19,0	4,0	2876	32,0
Mínimo	190,0	4,0		(1,03)*
Máximo	1347,0	4,0		
<i>Ludwigia</i> sp.	176,0	1108,0	195008	19020,0
Mínimo	31,0	1107,0		(1003,11)*
Máximo	350,0	1297,0		
<i>Mimosa pudica</i>	-	3,3	-	213,0
Mínimo		2,0		(4,03)*
Máximo		4,0		
<i>Sida rhombifolia</i>	971,0	8,2	7962	697,0
Mínimo	198,0	6,0		(41,65)*
Máximo	3070,0	10,0		

\*Desviación estandar

**Cuadro 2.** Producción promedio, mínima y máxima, de cabezuelas y frutos monospermos y número promedio de frutos por gramo, en tres especies de malezas dicotiledóneas del trópico húmedo de Costa Rica. 1993.

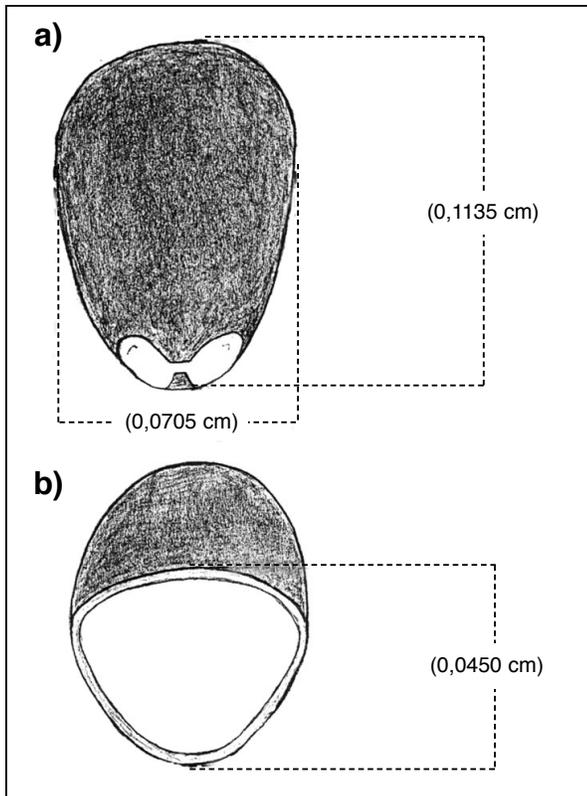
Especie	Cabezuelas por planta	Frutos por cabezuela	Frutos por planta	Frutos por gramo
<i>Bidens pilosa</i>	106	37,0	3922	796
Mínimo	16	26,0		(19,44)*
Máximo	232	51,0		
<i>Emilia sonchifolia</i>	61	60,8	3709	1454
Mínimo	30	50,0		(34,06)*
Máximo	110	69,0		
<i>Hyptis capitata</i>	341	323,4	110274	3746
Mínimo	77	240,0		(98,00)*
Máximo	765	416,0		

\*Desviación estandar

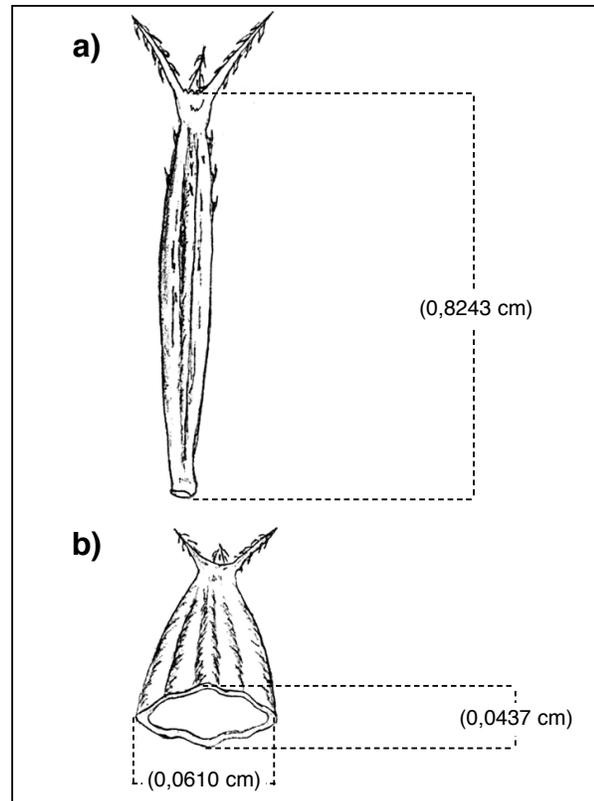
más reducido que el número de frutos por planta y en *Ipomoea* sp. siempre se observaron cuatro semillas por fruto (Cuadro 1).

La segunda especie con mayor número promedio de frutos por planta fue *B. pilosa* (3922) seguida por *E. sonchifolia* (3709) (Cuadro 2). Estas dos especies producen frutos de pequeño tamaño con una sola semilla (monospermos), clasificados como aquenios. En *H. capitata* se forman frutos pequeños (Figura 1) con una sola semilla, denominados nuecesillas por Gómez-Aristizábal y Rivera-Posada (1987). Los frutos de estas tres especies provienen de inflorescencias tipo ca-

pítulo o cabezuela. *H. capitata* mostró mayor número promedio de cabezuelas por planta (341) que *B. pilosa* (106) y que *E. sonchifolia* (61) y a la vez fue la que presentó el valor más alto de frutos por gramo (3746). Esto último implica un peso menor de los frutos individuales, en comparación con la otras dos especies de este grupo. El elevado número de frutos por planta en estas especies, puede interpretarse como una compensación de la presencia de una única semilla en ellos. La alta cantidad de frutos por planta y el reducido tamaño de estos en *H. capitata*, sugieren que el agente de dispersión es el viento. La presencia de ganchos en los frutos de *B. pilosa* (Figura 2) les permite adherirse al



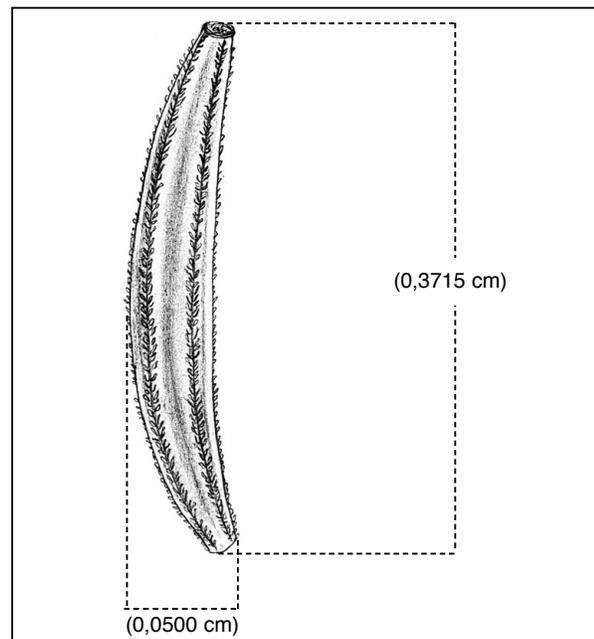
**Figura 1.** Estructura externa y dimensiones promedio del fruto de *Hyptis capitata*. a) Vista frontal. b) Corte transversal.



**Figura 2.** Estructura externa y dimensiones promedio del fruto de *Bidens pilosa*. a) Vista frontal. b) Corte transversal.

pelaje de los animales para su dispersión. Los frutos tipo aquenio de asteráceas como *E. sonchifolia* (Figura 3) son relativamente pesados y no flotarían en el aire, pero lo hacen debido a la presencia del cáliz modificado en forma de vilano peloso, que facilita la dispersión por el viento (Radosevich y Holt, 1984).

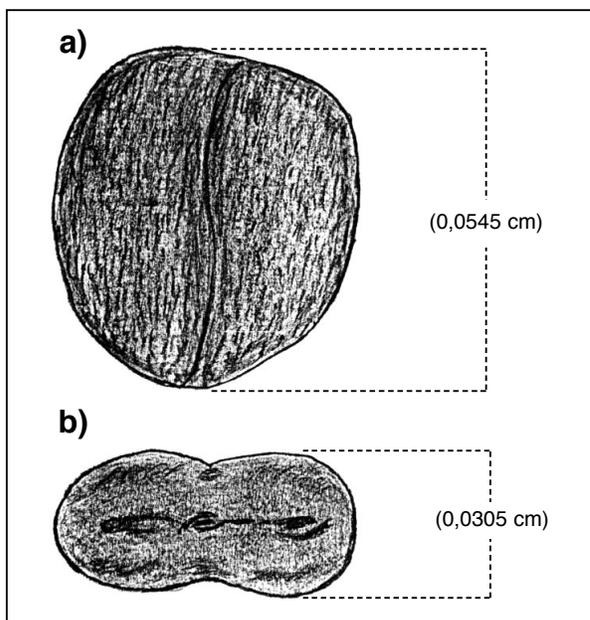
En las dicotiledóneas con frutos polispermos (Cuadro 1), el mayor número de semillas por fruto (1108), de semillas por planta (195008) y de semillas por gramo (19020) se observó en *Ludwigia* sp. Esta resultó ser la especie con semillas de menores dimensiones (Cuadro 3). Se observa una relación inversa entre el número de semillas producidas y el peso y tamaño de las mismas. El alto potencial de propagación que muestra esta especie, podría ser un mecanismo de sobrevivencia dirigido a neutralizar en algún grado una baja capacidad de germinación de las semillas y de sobrevivencia de las plántulas según observaron los autores en pruebas de germinación. Los frutos tipo cápsula elongada y la alta producción de semillas con reducidas dimensiones y forma redondeada (Figura 4) sugieren como agente de dispersión las corrientes de aire, aunque sin descartar la hidrocoria, dada la preferencia de habitats muy húmedos o inundados, que muestran especies de este género.



**Figura 3.** Estructura externa y dimensiones promedio del fruto de *Emilia sonchifolia*. (No se incluye el vilano peloso presente en el extremo inferior de este fruto).

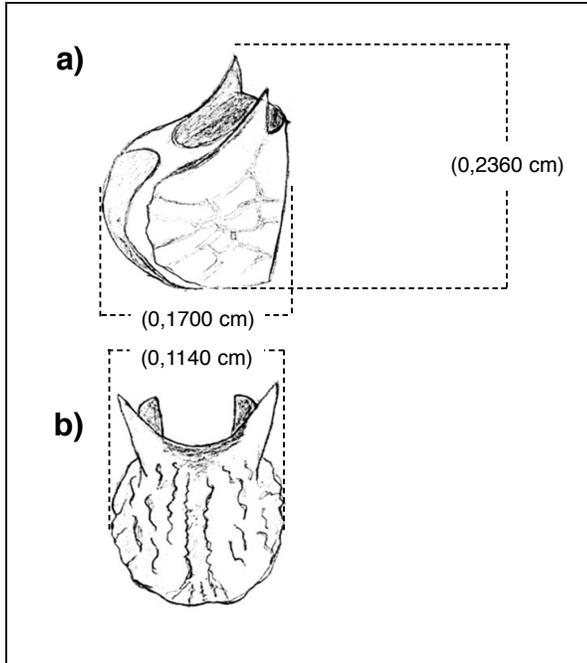
**Cuadro 3.** Dimensiones promedio y desviaciones estandar en propágulos de especies de malezas del trópico húmedo de Costa Rica. 1993.

	DIMENSIONES (cm)		
	Longitud	Anchura	Grosor
<b>Semillas</b>			
<i>Asclepias curassavica</i>	0,6490 0,0419	0,4890 0,0283	0,0745 0,0121
<i>Ipomoea</i> sp.	0,4315 0,0118	0,3890 0,0482	0,2745 0,0175
<i>Ludwigia</i> sp.	0,0545 0,0064	0,0305 0,0044	-
<i>Mimosa pudica</i>	0,2800 0,0139	0,2525 0,0125	0,1135 0,0103
<i>Sida rhombifolia</i>	0,2360 0,0217	0,1700 0,0275	0,1140 0,0152
<b>Frutos monospermos</b>			
<i>Bidens pilosa</i>	0,8243 0,1861	0,0610 0,0081	0,0437 0,0064
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,3715 0,0192	0,0500 0,0041	-
<i>Hypis capitata</i>	0,1135 0,0113	0,0705 0,0086	0,0450 0,0047
<b>Espiguillas</b>			
<i>Ischaemum indicum</i>	0,3880 0,0313	0,1220 0,0101	-
<i>Paspalum conjugatum</i>	0,1540	0,1075 0,0102	0,0285 0,0106
<i>Paspalum virgatum</i>	0,2905 0,0116	0,1970 0,0108	0,0805 0,0116
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0,6685 0,0722	0,2565 0,0160	-

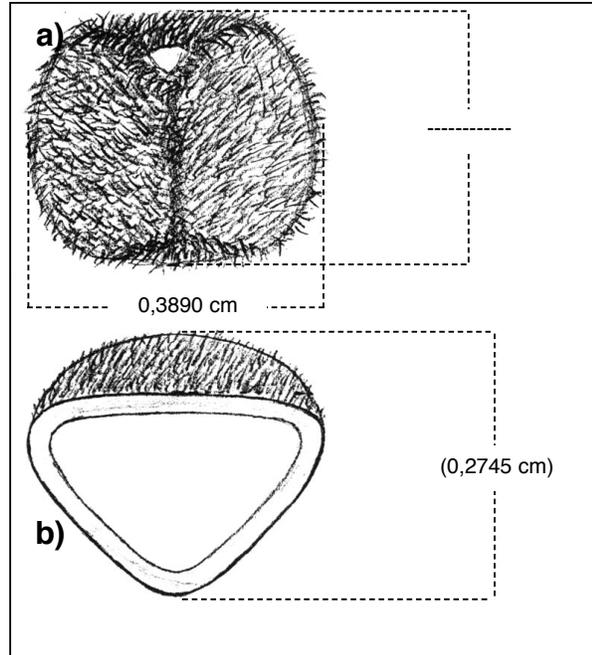
**Figura 4.** Estructura externa y dimensiones promedio de la semilla de *Ludwigia* sp. a) Vista frontal. b) Vista posterior.

*S. rhombifolia* resultó ser la segunda especie de este grupo con mayor número promedio de semillas por planta (7962), aunque solo alcanzó un promedio de 8,2 semillas por cada fruto, que es capsular. El número promedio de semillas por gramo fue de 697 (Cuadro 1). Estas semillas ocuparon el cuarto lugar en tamaño del grupo en estudio, superadas por las de *A. curassavica*, *Ipomoea* sp. y *Mimosa pudica* (Cuadro 3), aunque sus dimensiones son similares a las de esta última. Se caracterizan por ser de color oscuro, presentar dos caras laterales aplanadas y una convexa y dos protuberancias agudas en la parte superior (Figura 5). Con base en estas características y en la presencia de mucílago, la dispersión podría ser realizada al menos en parte, por medio de animales.

La producción de semillas por planta en *Ipomoea* sp. fue de 2876 en promedio y en cada fruto tipo cápsula, se encontraron cuatro semillas (Cuadro 1). Considerando el número de semillas por gramo (32), el peso de las semillas individuales resulta ser el más alto, entre las especies con frutos polispermos de este estudio. Las semillas son relativamente grandes (Cuadro 3) oscuras, pubescentes, con dos caras planas y una convexa (Figura 6). La zoocoria puede ser un mecanismo de dispersión involucrado en este caso.



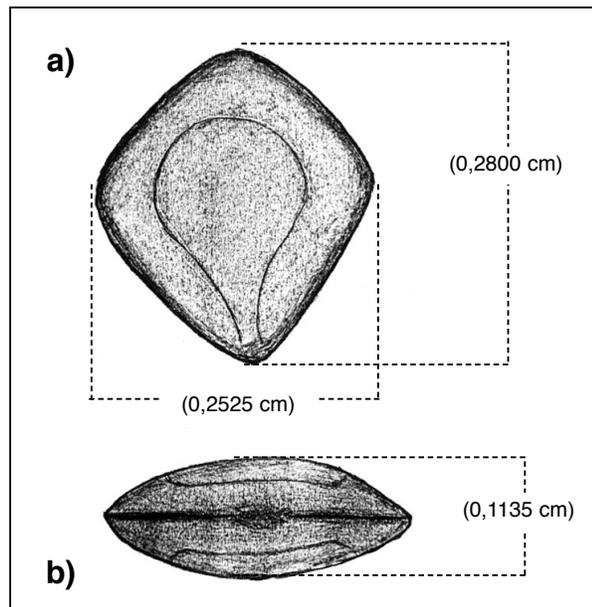
**Figura 5.** Estructura externa y dimensiones promedio de la semilla de *Sida rhombifolia* a) Vista frontal. b) Vista posterior.



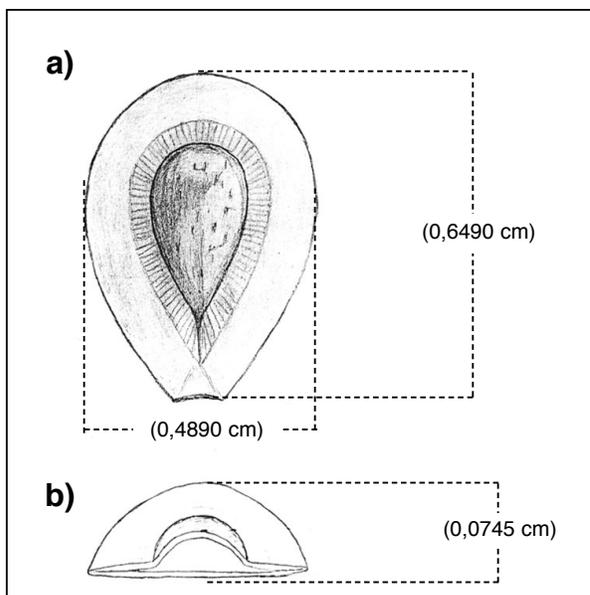
**Figura 6.** Estructura externa y dimensiones promedio de la semilla de *Ipomoea* sp. a) Vista frontal. b) Corte transversal.

*Mimosa pudica* fue, después de *Ipomoea* sp., la especie con el menor número de semillas por gramo (213) y de semillas promedio por fruto (3,3). No se determinó el número de frutos ni de semillas por planta en este caso. Gómez- Aristizábal y Rivera-Posada (1987) informan que una sola planta de *M. pudica* puede producir 700 semillas, que germinan pronto después de la maduración, si las condiciones son adecuadas. El fruto es una legumbre con cerdas superficiales, dividida en segmentos que contienen una semilla cada uno. Las semillas son de forma cuadrangular y aplanada (Figura 7). Los segmentos de los frutos se adhieren al pelo de los animales, para la dispersión de las semillas (Bristow, 1983).

En *A. curassavica* se observó el menor número promedio de semillas por planta (1290) comparado con las demás especies del estudio, aunque en términos absolutos esta cantidad podría considerarse como alta. El número promedio de semillas por fruto fue de 86 (Cuadro 1). Las semillas de esta especie fueron las de mayores dimensiones, pero por ser livianas, aplanadas, rodeadas por delgado borde (Figura 8) y con estructuras pelosas en uno de sus extremos, su dispersión



**Figura 7.** Estructura externa y dimensiones promedio de la semilla de *Mimosa pudica* a) Vista frontal. b) Vista posterior.



**Figura 8.** Estructura externa y dimensiones promedio de la semilla de *Asclepias curassavica* a) Vista frontal (no se incluyen las estructuras pelosas presentes en el extremo inferior de esta semilla). b) Corte transversal.

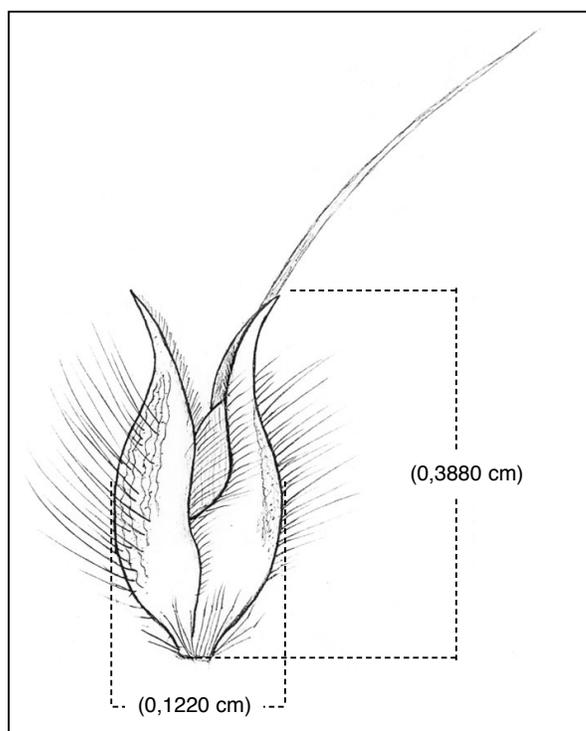
se atribuye al viento. El fruto de esta especie es verde, alargado y con una sola sutura de dehiscencia, por lo que se cataloga como un folículo (Flores, 1991).

Entre las Poaceae se encontró en *P. conjugatum* y en *P. virgatum* mayor número de espiguillas por rama floral (382 y 1185 respectivamente) que en *I. indicum* (81) y que en *R. cochinchinensis* (14) (Cuadro 4). Las espiguillas de *P. conjugatum* fueron las más livianas, considerando que en promedio cada gramo contenía 5550 de ellas. Estas espiguillas fueron también las de menores dimensiones (Figura 10). La apariencia de las espiguillas de *P. virgatum* es similar a las de *P. conjugatum* pero de mayor tamaño (Figura 11). Las espiguillas con mayor peso individual, con base en el número de espiguillas por gramo (67) y las de mayor tamaño (Figura 12) fueron las de *R. cochinchinensis*. La elevada cantidad de espiguillas producidas por las dos especies de *Paspalum* no parece fácil de explicar, considerando que la reproducción asexual cumple un papel muy importante en su propagación (Pohl, 1980). Además, en pruebas preliminares de laboratorio con estas especies no se obtuvo germinación y la viabilidad varió entre cero y 17,5% según la especie y el período de almacenamiento (Calderón-Flores, 1994). Los frutos tipo cariósipide que se originan de las espiguillas de las Poaceae, por lo general tienen dimensiones y peso reducidos y con frecuencia están acompañados por aristas y otros apéndices para facilitar la dispersión por el viento o para adherirse a los animales (Flores, 1991).

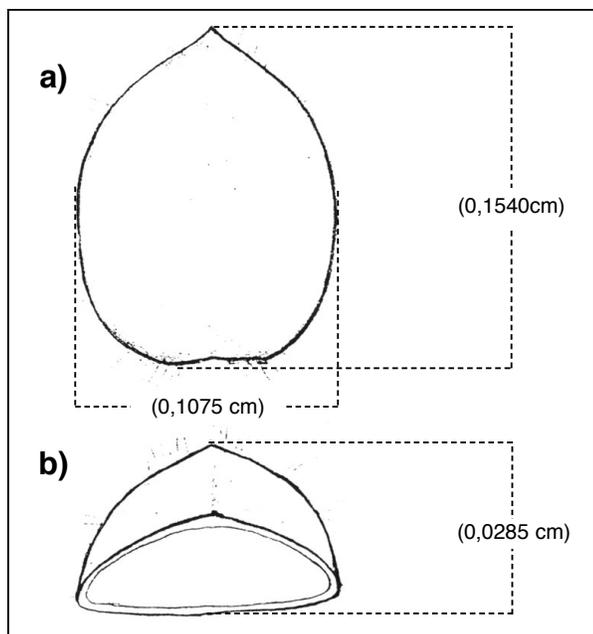
**Cuadro 4.** Producción promedio, mínimos y máximos, de espiguillas y número promedio de espiguillas por gramo de cuatro especies de la familia Poaceae del trópico húmedo de Costa Rica. 1993.

Especie	Espiguillas por rama floral	Espiguillas por gramo
<i>Ischaemum indicum</i>	81	1031
Mínimo	50	(31,78)*
Máximo	111	
<i>Paspalum conjugatum</i>	381	5550
Mínimo	279	(107,06)*
Máximo	483	
<i>Paspalum virgatum</i>	1185	734
Mínimo	611	(23,19)*
Máximo	1507	
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	14	67
Mínimo	12	(3,80)*
Máximo	15	

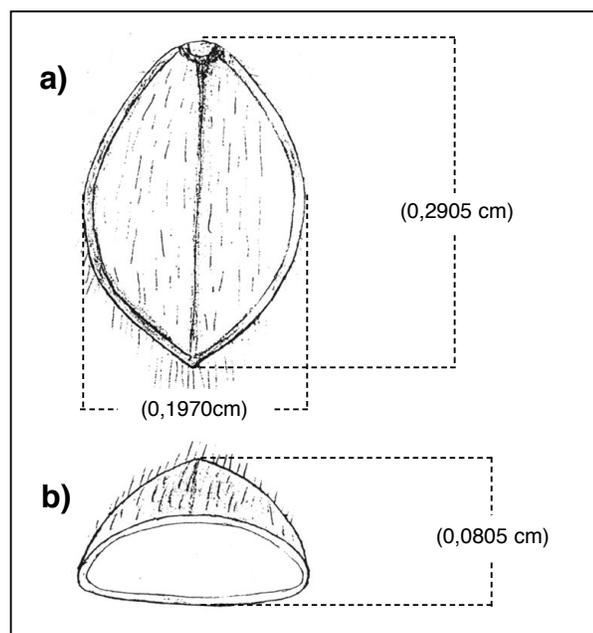
\*Desviación estandar



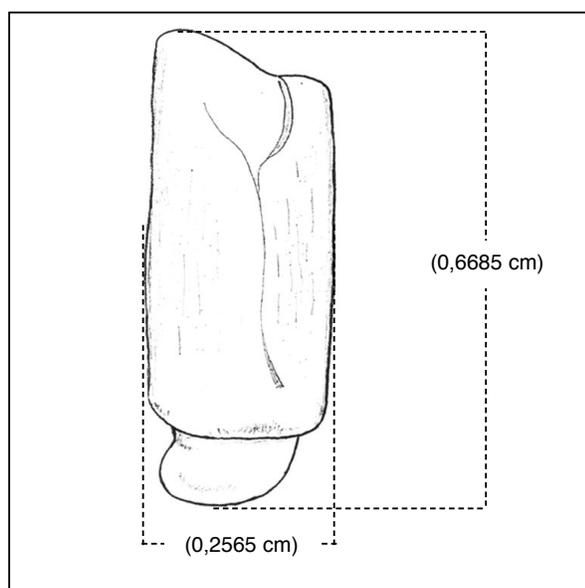
**Figura 9.** Estructura externa y dimensiones promedio de la espiguilla de *Ischaemum indicum*.



**Figura 10.** Estructura externa y dimensiones promedio de la espiguilla de *Paspalum conjugatum*. a) Vista frontal. b) Corte transversal.



**Figura 11.** Estructura externa y dimensiones promedio de la espiguilla de *Paspalum virgatum*. a) Vista frontal. b) Corte transversal.



**Figura 12.** Estructura externa y dimensiones promedio de la espiguilla de *Rottboellia cochinchinensis*. a) Vista frontal. b) Corte transversal.

## LITERATURA CITADA

- ALAN, E. 1999. Fenología del arroz (*Oriza sativa*) irrigado y malezas asociadas en Bagatzi. Guanacaste, Costa Rica. Tecnología en Marcha 13: 31-34.
- ALAN, E.; BARRANTES, U.; AGÜERO, R.; SOTO, A. 1994. Fenología del arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego y malezas asociadas en Bagatzi, Guanacaste, Costa Rica. San José, C.R. Resúmenes XL Reunión Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales (PCCMCA). 13-20 Marzo, 1994. San José, C.R.
- ALAN, E.; BARRANTES, U.; SOTO, A.; AGÜERO, R. 1995. Elementos para el manejo de malezas en agroecosistemas tropicales. Cartago (C.R.) Editorial Tecnológica de Costa Rica. 224 p.
- BAKER, H.B. 1974. The evolution of weeds. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5: 1-24
- BRISTOW, M. 1983. Las malezas de San Carlos. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). s.p.
- CALDERÓN-FLORES, J. 1994. Germinación y morfología de semillas de malezas presentes en la región de San Carlos, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Agronomía. Santa Clara. 99 p.

- FENNER, M. 1985. Seed ecology. New York USA. Chapman and Hall. 152 p.
- FLORES, E. 1991. La planta. Cartago (C.R.) Editorial Tecnológica de Costa Rica. 501 p.
- FOSTER, S. 1982. On the adaptive of large seeds for tropical moist forest trees: A review and synthesis. Botanical Review 52(3): 260-299.
- GÓMEZ-ARISTIZÁBAL, A.; RIVERA-POSADA, M. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Chinchiná, Colombia. CENICAFE. 490 p.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 216 p.
- KLINGMAN, G.; ASHTON, F. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. México, D.F. LIMUSA. 449 p.
- POHL, W.R. 1980. Family 15: Gramineae. *In*: BURGER, W. (ed). Flora Costaricensis. Fieldiana Botany. United States of America. Field Museum of Natural History. 608p.(New Series Number 4).
- RADOSEVICH, S.; HOLT, J. 1984. Weed ecology. New York (USA). John Wiley. 263 p.
- SIEBERT, A.; PEARCE, R. 1993. Growth analysis of weed and crop species with reference to seed weight. Weed Sci. 41: 52-56