

## Morfología de *Limonium sinuatum* (L.) Miller (Plumbaginaceae)

I. Oviedo de Blas

Escuela de Biología, Centro Regional Universitario de Chiriquí, David, Panamá.

(Rec 13-IX-1990. Acep. 29-V-1991)

**Abstract:** The morphology of static, *Limonium sinuatum* (Midnight Blue), was studied in San José, Costa Rica, under greenhouse conditions, and in the field. The germination rate was determined for husked seeds placed in petri dishes on moist paper. The germination was rapid; epigeal, phanerocotylar or cryptocotylar, the latter being the most frequent. Morphological variations were characteristic of each physiological state. There is a deep main root of woody consistency, with many secondary roots, chiefly in the upper 10 cm of soil. The floral stem is a polytelic synflorescence, bracteate, open type, similar to an open panicle corymbose. The diameter and vigor of the rosette varied considerably, as did the shape of the plant, shape of leaf, color, shape and number of bracts, and the morphology, size, weight and number of floral stems, both within a plant and among plants. The vegetative period was 105-120 days and the pre-flowering period lasted 30 days; flowering (anthesis) began at 150-165 days. The reproductive period of flowers of commercial value, lasted approximately 100 days.

**Key words:** cultivated plants, morphology, development.

*Limonium* spp. (estaticia), es una planta herbácea perenne, a veces anual o arbustiva y pertenece a la familia Plumbaginaceae, que comprende más de 300 especies (Stewart y Conring 1970). *Limonium sinuatum* (L.) Mill., se conoce como "siempre viva azul" o "Winged sea Lavender" (Polunin y Smythies 1977).

La mayoría de las especies de *Limonium* son nativas del Mediterráneo y de las Islas Canarias (Wilfret *et al.* 1973). Hoy día se observa una amplia diseminación del género desde regiones templadas hasta tropicales del Viejo Mundo (Bailey 1966, Polunin y Smythies 1977). En Costa Rica la estaticia se produce en pequeña escala y se exporta a los Estados Unidos, donde alcanza buenos precios, por lo que su producción a nivel comercial ofrece buenas perspectivas. Además, Costa Rica puede exportar estaticia a los Estados Unidos principalmente en épocas de mayor déficit, gracias a sus condiciones climáticas.

La estaticia presenta mucha variación genética en la forma de la planta y la hoja, susceptibilidad a enfermedades, color de las brácteas,

producción y tiempo para florecer (Wilfret *et al.* 1973).

Aquí se describe el desarrollo de la plántula de *L. sinuatum* desde la etapa embrionaria hasta la floración y se establece su ciclo vegetativo y reproductivo en el trópico, aspectos que no han sido informados en la literatura.

### MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en Los Sitios de Moravia, San José, (840 03' W y 090 59' N) a 1260 msnm. La zona tiene una precipitación promedio anual de 1530 mm y una temperatura media anual de 20.6 C (máxima media 23.0 C y mínima 12.0 C). Los suelos pertenecen a la Serie Heredia Lomerios, Typic Dystrandept, de textura arenosa, suelto.

La germinación de la semilla se determinó colocando en cajas petri con papel filtro húmedo, 100 semillas por caja (una caja a la luz y otra en oscuridad). En cada tratamiento se hicieron tres repeticiones.

Para observar el desarrollo del vástago y sus características morfológicas en cada órgano y en los diferentes estadios ontogenéticos, se prepararon 50 envases plásticos de 227 g con tierra y granza de arroz; se sembraron dos semillas por envase y se eliminó la plántula menos vigorosa. Se utilizó semilla de la casa Gloeckner, (Massachusetts). Las plantas se mantuvieron a cielo abierto por espacio de dos meses, aplicándoles riego en forma periódica.

Se hicieron huecos de aproximadamente 15 centímetros de profundidad a 35 centímetros e igual distancia entre hileras, para trasplantar las plantas al campo. En el fondo de cada hoyo se aplicó Furdán a razón de 45 kilos por hectárea. Se abonó con la fórmula 12-24-12 a razón de 5 g por planta; además se agregó solubor a razón de 5% (p/p). A los 2, 3, y 4 meses del trasplante se abonó con la fórmula 18-5-15-6-2, en cantidades similares a las usadas con anterioridad y reforzadas con 5% (p/p) de Solubor. El fertilizante se puso en hoyos de 10 cm de profundidad, cerca de la raíz. En total las cantidades por hectárea de nutrientes aplicados desde el trasplante fueron: 157, 93, 136, 43 y 24 kilogramos de N, P O, K O, Mg y B respectivamente.

Para el control del ataque de cercospora se hicieron aspersiones semanales de Benlate (Benomil) alternando con Trimiltox Forte (Mancozeb más cobre e hierro) y azufre (azufre) a razón de un kilogramo por 200 litros de agua. El tiempo de aplicación del fungicida varió dependiendo de las condiciones ambientales y del grado de severidad de la enfermedad. Además en cada aspersión se aplicó elementos menores (Nutraccop), 500 gramos en 200 litros de agua; urea al 1% y Folidol M-488 (metil paration) como insecticida, 600 mililitros en 200 litros de agua y adherente.

Este estudio fue hecho con base en 12 plantas. Para observar el crecimiento del sistema radical, se prepararon 100 envases plásticos de 227 g con tierra y granza de arroz; se sembraron dos semillas por envase, se eliminó la plántula menos vigorosa y se mantuvieron en condiciones de invernadero. Cada 15 días se tomaron seis plantas, se eliminó el suelo con agua y se midieron las raíces primarias y secundarias. Las evaluaciones se llevaron a cabo por un período de dos meses.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La germinación en cajas petri fue rápida y se hizo evidente por la emergencia de la radícula (en la mayoría de los casos), o por la aparición de los cotiledones (Fig. 2 e). Este tipo de germinación se ha observado también en miembros de familias como Bromeliaceae, Palmae, Chenopodiaceae, Onagraceae, Saxifragaceae y Typhaceae, así como en *Oropetium thomacum*, una gramínea (Bewley y Black 1983). Para la germinación de la semilla de *Limonium*, la luz no es esencial. Estos resultados confirman los de Cathey (1969), mencionado por Wilfret *et al.* (1973). El porcentaje de germinación fue muy alto, 99% a la oscuridad y 95% a la luz. La cubierta de la semilla no parece ser una barrera física a la penetración del agua.

A los 3 ó 4 días comienzan a observarse los cotiledones al ser empujados hacia afuera por el crecimiento del hipocótilo. Los cotiledones son verdes, de tipo folioso, forma linear, venación pinnado reticulada y anfiestomáticos. La plántula, a los tres días de edad, ya presenta una raíz principal diferenciada, ésta tiene una longitud promedio de 2.2 cm y se observan muchos pelos absorbentes. El vástago posee dos hojas cotiledonales, el hipocótilo mide 0.5 cm de longitud y el epicótilo aún no es visible pero ya se observa una pequeña yema apical (Fig. 1 a).

Aproximadamente siete días después de la brotación de los cotiledones, aparece la primera protofila y casi de inmediato brota la segunda en forma opuesta; finalmente los protofilos quedan decusados con respecto al par de hojas cotiledonales (Fig. 1 b y c). A esta edad, la raíz principal mide 4.5 cm de longitud; a los 0.1 cm del extremo proximal de dicha raíz, se comienzan a desarrollar las raíces secundarias, siete en total, y éstas tienen una longitud de 4.9 cm (Fig. 1 g).

El crecimiento inicial es muy lento, a los 30 días de edad la planta presenta 5-7 hojas; éstas se encuentran distribuidas alrededor de un pequeño tallo cormoide, en forma imbricada y muy juntas una de otra, dando finalmente el conjunto de hojas un aspecto de roseta; ésta mide 5-7.5 cm de diámetro (Fig. 1 d). En esta etapa de una muestra de 50 plantas, el 50% presentó únicamente hojas de borde entero y el 41% fueron tanto de borde liso como lobado o hendido, siendo las hojas más viejas de borde

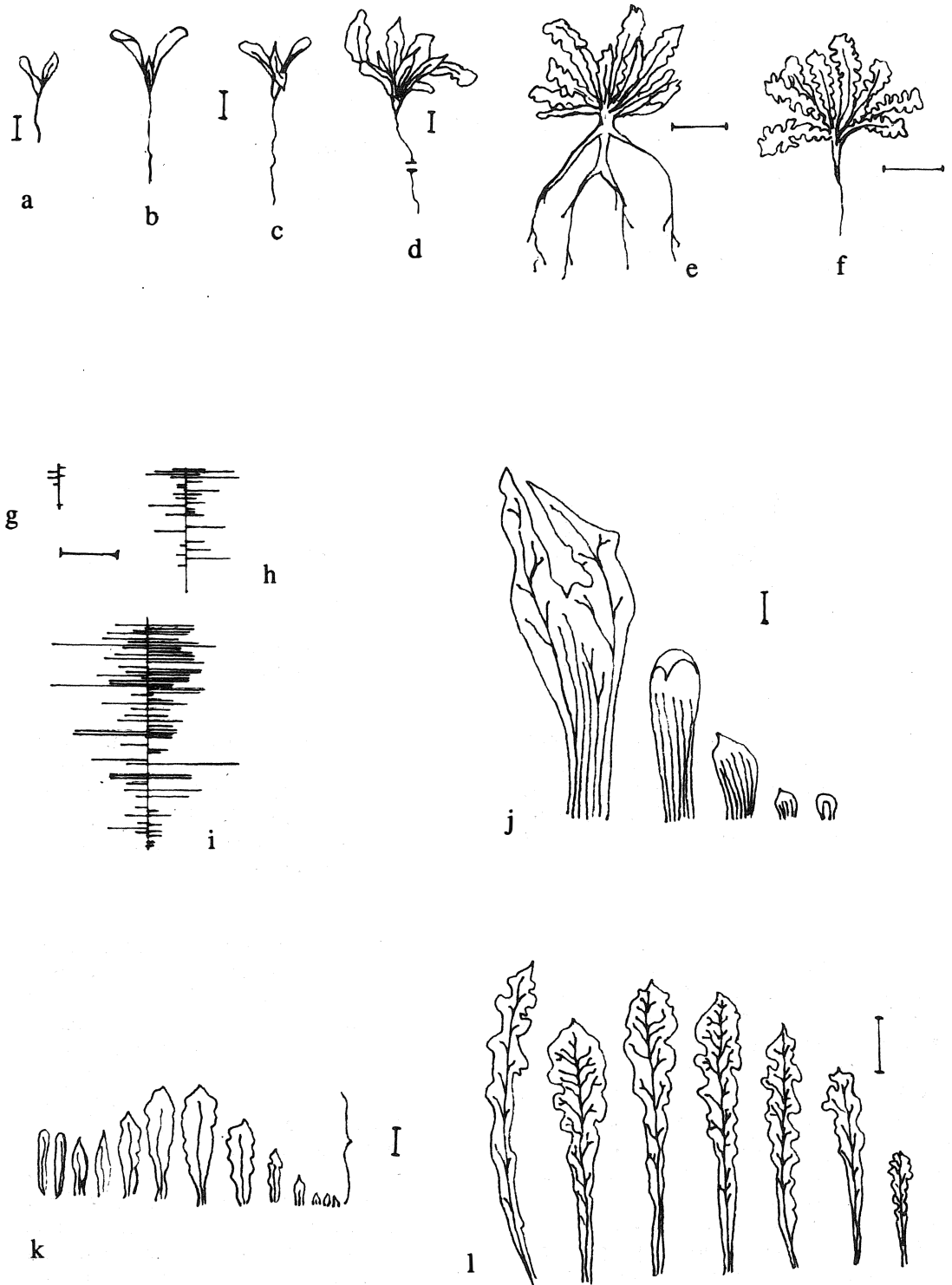


Fig. 1. Vástago y sistema radical de plantas de *L. sinuatum* a diferentes edades (a-f). Desarrollo del sistema radical a tres diferentes edades (g-i). Tipos de hipsofilos de la roseta (j) y variación foliar en plantas de 30 días (k) y 120 días (l).

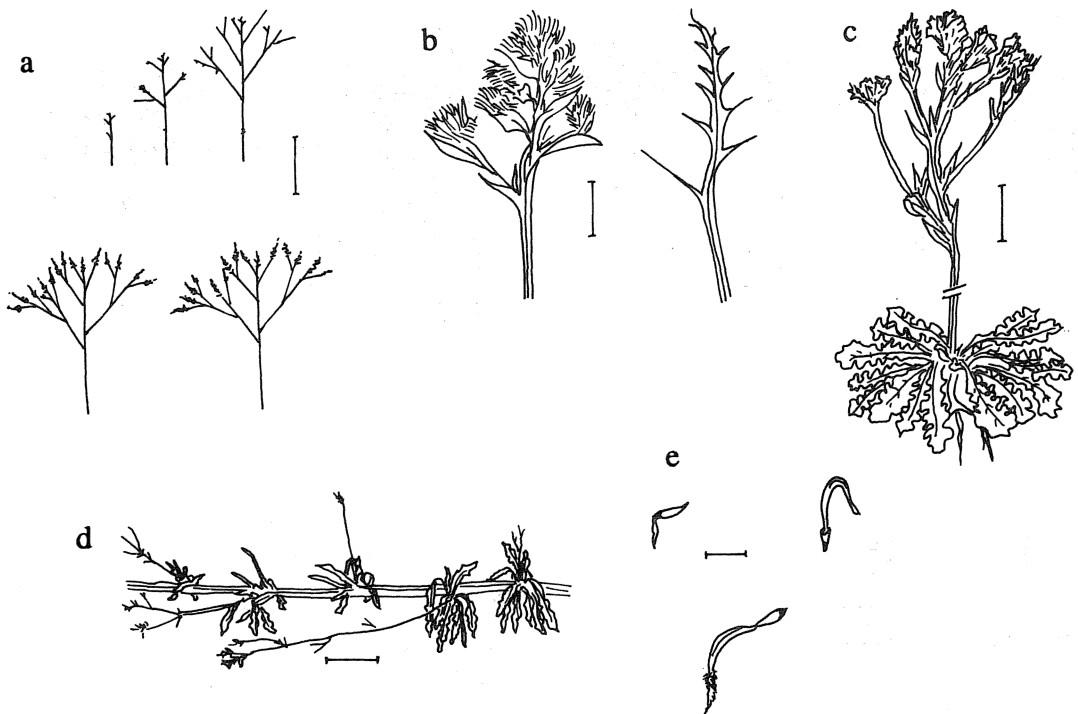


Fig. 2. Crecimiento de un tallo floral de *L. sinuatum*, por semana (a). Parte de una inflorescencia en detalle, con flores y sin flores (b). Planta adulta (c). Tallo floral con hijos aéreos (d). Germinación de la semilla (e).

liso. Las hojas tienen forma espatulada; el ápice es mucronado, la base decurrente y la venación es reticulada (Fig. 1 k, las hojas están ordenadas según se van sucediendo). El limbo se observa pubescente, con tricomas escasos en la lámina y en mayor número en las nervaduras y borde, tanto en el lado abaxial como adaxial. Los estomas se observan en ambas epidermis. La raíz principal tiene una longitud promedio de 12.8 cm, el extremo proximal presenta un grosor de 0.2 cm y el distal de 0.05 cm. Se observan en promedio 53 raíces secundarias, las cuales miden en total 110 cm; éstas raíces comienzan a desarrollarse a partir de los primeros 0.3-0.5 cm del extremo proximal de dicho órgano y en los primeros 2 cm se disponen muy juntas formando una especie de disco de raíces (Fig. 1 h). A los 30 días ya comienzan a observarse las primeras raíces terciarias.

Cuando la estaticia tiene aproximadamente 60 días de edad, el tallo (cormo) siempre corto, presenta 9-15 hojas dispuestas en forma de roseta; ésta mide 15-26 cm de diámetro (Fig. 1 e). Las hojas, en su mayoría, corresponden a las que se formaron durante el segundo mes, ya

que a los 30 días las primeras se tornan amarillas y luego mueren. En esta etapa las hojas se observan extendidas sobre el suelo y presentan el borde entre lobado a hendido, nunca entero; luego, su desarrollo es heteroblástico ya que la forma cambia durante la ontogenia. La raíz principal tiene una longitud promedio de 21 cm, el extremo proximal mide 0.6 cm de grosor y el distal 0.1 cm y es de consistencia leñosa. Presenta un promedio de 170 raíces secundarias con una longitud total de 424.6 cm; éstas comienzan a desarrollarse a partir de los 0.5-0.8 cm del extremo proximal y las primeras se disponen muy juntas formando siempre un anillo de raíces. Esporádicamente se observan 4-6 raíces secundarias muy largas que miden 9.2-11 cm de longitud (Fig. 1 i).

A los 90 días de edad, la roseta ya recuperada del trasplante, presenta 19 a 27 hojas y mide 33-44 cm de diámetro. Las hojas corresponden principalmente a las que se desarrollaron durante el tercer mes. En esta etapa se inicia la pérdida de la dominancia apical y comienzan a desarrollarse las yemas axilares. A la edad de 105 días, la primera bráctea foliosa (hipsofilo)

protege las yemas axilares y muestra un gran desarrollo, por lo que se hacen muy evidentes en el centro de la roseta, caracterizando esta etapa (Fig. 1 f). Los hipsofilos son de color verde y textura foliosa, presentan mucha variación en cuanto a tamaño y forma de una planta a otra; la Fig. 1 j presenta algunos tipos de hipsofilos. Al efectuarse la disección de las yemas axilares se pudo determinar al estereoscopio, que las más cercanas al ápice (20%), presentan características morfológicas propias de una yema floral; las demás, aún eran vegetativas.

A los 120 días comienza el macollamiento de la roseta, cuyo diámetro es de 48-61 cm; está formada por 81-171 hojas; éstas presentan mucha variabilidad en cuanto al tamaño de la lámina, el tipo de borde, ancho y grado de encrepamiento de la lámina, por lo que morfológicamente, las rosetas difieren unas de otras en una misma población (Fig. 1 l). A esta edad, la yema axilar más cerca del ápice del tallo primario, comienza a desarrollarse y da origen a la rama lateral de primer orden (eje de la inflorescencia); luego se desarrolla la segunda y así sucesivamente las demás, en forma centrífuga. Hubo plantas que produjeron hasta 36 inflorescencias, al llegar a los 267 días de edad.

En la figura 2 a se presenta el crecimiento progresivo de una inflorescencia. El eje floral crece ininterrumpidamente y, a partir de éste se desarrollan en forma alterna ramas laterales de segundo orden, las cuales también se ramifican. Todas las ramas de la inflorescencia son aladas, de color verde y pubescentes; las prolongaciones alares varían en número y tamaño en ejes florales de una misma planta. En cada nudo del eje se presentan 3 apéndices lineal-lanceolados, los cuales disminuyen de tamaño a medida que se acercan al extremo distal del eje. Una bráctea envuelve la base de cada rama; aquella varía de forma, tamaño y color, inclusive en un mismo eje; las más grandes foliosas se observan en el eje principal y van disminuyendo conforme avanzan en el mismo; las ramificaciones presentan brácteas más pequeñas, verdes o incoloras, foliosas o apergamadas.

Un mes después de haber comenzado el crecimiento del eje principal, se interrumpe su alargamiento y se inicia la antesis. Sin embargo, las demás ramas continúan creciendo, por lo que finalmente la inflorescencia presenta casi todas las flores al mismo nivel. La apertura de flores (antesis) se prolonga, en un tallo flo-

ral, un mes, y previo a su finalización se inicia la época de cosecha. En una plantación, la diferenciación de ejes florales continúa por varios meses, pero la calidad comercial de las inflorescencias tiende a disminuir en plantas con más de 10 meses de edad.

Todas las ramas laterales terminan en inflorescencias tipo racimo con pedicelo alado, y miden 2.5 - 13 cm de longitud. En el extremo de cada pedicelo se observa una espiga de 1 - 2 cm, que contiene 76 - 91 unidades entre primordios florales y flores sésiles; cada unidad presenta en su base muchos hipsofilos coloreados y de consistencia apergamada; las flores se desarrollan muy juntas en lados alternos del pedicelo (Fig. 2 b). Con base en lo anterior podemos concluir que la inflorescencia de *Limonium sinuatum* es una panícula abierta (racimo de racimo) corimbiforme, ya que las flores se observan casi todas en la cima de la inflorescencia, como la clasifica Bailey (1966). De acuerdo con la terminología de Troll (1964), el grupo de flores en que termina el eje principal de la inflorescencia, sería la florescencia terminal; las ramas laterales con flores o paracladas, serían las coflorescencias, las cuales repiten el patrón morfológico de la florescencia terminal. La inflorescencia es una sinflorescencia politélica, bracteada, tipo abierto, ya que el ápice de la florescencia terminal y de las coflorescencias no presentan flores terminales. Es racemosa, indeterminada y de desarrollo centrífugo. La inflorescencia puede medir 39 - 92 cm de longitud. En el cuadro 1 se presentan las características sobresalientes de la estaticia, según la edad. La figura 2 c muestra el esquema de *L. sinuatum* en floración. La maduración de las inflorescencias ocurre en forma acrópeta, lo mismo que la antesis floral, madurando varias flores simultáneamente.

Las flores presentan perianto; el cáliz está formado por cinco sépalos unidos (gamosépalos) de consistencia membranosa, persistente y de color azul oscuro (añil) en el c.v. Midnight Blue; la corola, pequeña y amarillento-blanca, está compuesta de cinco pétalos unidos (gamopétala). En la flor disectada y vista al estereoscopio se observa androceo y gineceo (es perfecta); tiene cinco estambres con anteras versátiles, cinco estilos separados, ovario súpero y un sólo óvulo; el fruto parece un aquenio. La semilla tiene forma de uso, con una longitud de

CUADRO 1

*Características sobresalientes de Limonium sinuatum (L.) Mill c.v. Midnight Blue, según la edad.  
Los datos son con base en 12 plantas*

Etapa	Días desp. de la brotación	No. Hojas $\bar{x}$	Diám.x roseta (cm)	Proporción plantas florecidas	# ejes/planta	Características
0	3	2				Cotiledones visibles sobre la superficie del suelo.
1	7	3				Aparición de la primera protofila
2	30	5-7	5-7,5			Planta con hojas de roseta. Cotiledones senescentes o ausentes.
3	60	9-15	15-26			Roseta extendida sobre el suelo. Hojas del segundo mes principalmente.
4	90	19-27	33-44			Roseta compuesta de hojas del tercer mes principalmente. Pérdida de la dominancia apical
5	105-120					Hipsofilos muy evidentes en el centro de la roseta.
6	120-135	81-171	4861			Prefloración: desarrollo del eje principal (rama de primer orden). Se inicia el macollamiento de la roseta.
7	150-165	136-207	61-80	6/12	1-10	Se inicia la antesis. Continúa la formación de nuevos ejes
8	180	más de 200	61-83	7/12		Más del 50% de las plantas con ejes en alguna etapa de floración. Epoca de cosecha.

0.44 cm y un grosor de 0.1 cm (Fig. 2 e). Un gramo de semilla decorticada contiene aproximadamente 346 semillas. La testa es lisa y presenta tres franjas que son de color negro, pardo amarillento y negro, en ese orden, y están distribuidas a lo ancho de la semilla.

Se encontró que también podría propagarse vegetativamente de hijos producidos en la roseta (hijos de corona) e hijos aéreos, los cuales se desarrollan a partir de yemas axilares del eje floral, cuando la planta madre tiene aproximadamente 300 a 330 días de edad (Fig. 2 d). Los hijos aéreos también pueden desarrollarse cuando por alguna causa ocurre la muerte del meristema apical del eje de la inflorescencia.

El aspecto menos estudiado de la estaticia es su morfología, aunque existen descripciones generales de la planta adulta (Bailey 1966,

Polunin y Smythies 1977) que concuerdan con las observaciones hechas en este trabajo. Sin embargo, no se consideran allí las etapas juveniles, las cuales presentan características morfológicas según el estado de crecimiento y no son tan detalladas como en esta investigación. Algunas de éstas se indican en el Cuadro 1. Cabe destacar la gran variación fenotípica en cuanto al diámetro de la roseta, forma de la planta, forma de la hoja, color de las brácteas y tiempo para florecer, las cuales ya habían sido informadas (Wilfret *et al.* 1973). También se observó mucha variabilidad en cuanto al vigor de la roseta, aunque esta característica puede estar muy influenciada por el ambiente, el número de brácteas, la morfología del tallo floral, así como su tamaño, peso y número por planta y entre plantas.

Se observó una raíz principal con numerosas raíces secundarias. Estas, a los dos meses de edad, se encontraron en mayor número en los primeros 10 cm del extremo proximal de la raíz (Fig. 1 h), como ocurre en la mayoría de los cultivos anuales (Mengel y Kirby 1982). Aunque la morfología de la raíz está controlada genéticamente, el ambiente puede modificarla. ¿Cómo y a qué grado?. Los datos experimentales son confusos (Milthorpe y Moorby 1982). Este órgano es de consistencia leñosa, único aspecto de la raíz al que hace referencia la literatura (Stewart y Conring 1970).

La gran variabilidad fenotípica que presentan las plantas de estaticia hace difícil establecer en forma categórica las etapas principales de su ciclo de vida. No obstante, en el ambiente de Los Sitios de Moravia, la estaticia presenta un período vegetativo de 105 - 120 días; la prefloración (período en que se forman los ejes florales) tiene una duración de 30 días, por lo que la floración (antesis) se inicia a partir de los 150 - 165 días. El período reproductivo es variable, pero desde el punto de vista de la explotación comercial de la planta, puede decirse que se prolonga 100 días aproximadamente.

Se observó muy buena adaptación de la especie estudiada en nuestro medio. Con la metodología empleada, se logró una floración más temprana y un mayor número de inflorescencias por planta, de mayor tamaño y peso que las obtenidas en Florida (Wilfret *et al.* 1973).

#### AGRADECIMIENTOS

Agradezco muy especialmente a Eduardo Jiménez por su valiosa orientación, a Eugenia M. Flores y Erick Guevara por sus sugerencias, a Inversiones Itacare, S. A. por permitirme trabajar en su finca y por el aporte de los insumos. A la Confederación Universitaria Centroamericana (CSUSA) y al Servicio Alemán de Intercambio Académico por su ayuda económica.

#### RESUMEN

Se determinaron las características morfológicas de la estaticia, *Limonium sinuatum* (L.) Miller c.v. Midnight Blue, según la edad, y se estableció su ciclo de vida en Los Sitios de Moravia, Provincia de San José. Se observó que la germinación de la semilla de estaticia es

rápida; epígea, fanerocotilar o criptocotilar, siendo ésta última en mayor porcentaje. Dependiendo del estado fisiológico de la planta, se presentaron variaciones morfológicas. Se observó una raíz principal profunda, de consistencia leñosa, con muchas raíces secundarias, principalmente en los primeros 10 cm de suelo. Se determinó que el tallo floral es una sinflorancia politélica, bracteada, tipo abierto, semejante a una panícula abierta corimbiforme. Las plantas presentaron mucha variabilidad en cuanto al diámetro y vigor de la roseta, forma de la planta, forma de la hoja; color, forma y número de las brácteas, morfología del tallo floral, así como su tamaño, peso y número por planta y entre plantas. El período vegetativo fue de 105 - 120 días; la prefloración tuvo una duración de 30 días; la floración (antesis) se inició a partir de los 150 - 165 días. El período reproductivo para flores de valor comercial, se prolongó 100 días aproximadamente.

#### REFERENCIAS

- Bailey, L. H. 1966. Manual of cultivated plants. Mac Millan, Nueva York. p. 786-788.
- Bewley, J.D. & M. Black. 1983. Physiology and biochemistry of seeds, in relation to germination. Vol. 1. Development, germination, and growth. Springer-Verlag, Berlín. 306 p.
- Mengel, K. & E. A. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. Berna, Suiza. 655 p.
- Milthorpe, F. L. & J. Moorby. 1982. Introducción a la fisiología de los cultivos. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 259 p.
- Polunin, O. & B. E. Smythies. 1977. Guía de campo de las flores de España. Omega S. A. Barcelona. 515 p.
- Stewart, D. & M. Conring. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation, Reuner, Texas. p. 1185 - 1186.
- Troll, N. 1964. Die Infloreszenen. Vol. I. Gustav Fisher, Stuttgart.
- Warren, C. 1980. Minor cut crops, p. 185, 204-205. In R. A. Larson (ed.). Introduction to floriculture. Academic Press, Nueva York.
- Wilfret, G. J., J. C. Raulston, S. L. Poe & A. W. Engelhard. 1973. Cultural technique for the commercial production of annual statice (*Limonium* spp. Mill) in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 86: 399-404.