

AUTOPOLINIZACION EN *MIRABILIS LONGIFLORA* L. (NYCTAGINACEAE)

HECTOR M. HERNANDEZ

Departamento de Botánica
Instituto de Biología, UNAM
Apartado Postal 70-367
Cd. Universitaria, 04510 México, D.F.

RESUMEN

Mirabilis longiflora presenta una combinación de caracteres reproductivos asociados con el síndrome de polinización esfingófila. Sin embargo, en una población localizada en el Estado de Michoacán esta especie parece depender fuertemente de la autogamia. Las pruebas de polinización controlada revelaron que los individuos de esta población son auto-compatibles, y que poseen un alto potencial de autogamia. Además, dos líneas de observación mostraron una aparente ausencia de visitantes a las flores.

ABSTRACT

Mirabilis longiflora displays a combination of reproductive characters associated with pollination by sphingids. However, in a population from the State of Michoacan the species appears to strongly depend on autogamy. Controlled pollinations revealed that individuals are self-compatible, and have a high potential for autogamy. In addition, the observations showed an apparent absence of flower visitors.

INTRODUCCION

El género *Mirabilis* ha sido sujeto de varias investigaciones de biología reproductiva (Baker, 1961, 1964; Bateman, 1968; Cruden, 1970, 1973; Cruden et al., 1976; Martínez del Río y Búrquez, 1986). Estos estudios han proporcionado un importante cuerpo de información sobre los mecanismos de polinización, los sistemas de reproducción, y la influencia de parámetros ambientales en la eficiencia de los polinizadores de varias especies de este género. *Mirabilis longiflora* es una especie que presenta una combinación de caracteres reproductivos que sugiere a lepidópteros nocturnos de la familia Sphingidae como sus polinizadores exclusivos. De hecho, Grant y Grant (1983), en un estudio en el sureste de Arizona, encontraron que esta especie es polinizada por esfingidos. En este reporte se presentan los resultados de una serie de observaciones realizadas sobre una población localizada en una región montañosa de Michoacán, México, los cuales sugieren que en este sitio la autogamia es probablemente el mecanismo reproductivo primario de la especie.

AREA DE ESTUDIO Y METODOS

La población estudiada se localiza a 7.8 km al sur de Pátzcuaro, Michoacán (ca. 19° 29' N; 101° 36' W), dentro del Eje Neovolcánico a una altitud de 2350 m. El área, que está dominada principalmente por bosques mesófilos de montaña y de pino-encino, posee un

clima templado, con una temperatura media anual de 16.4° C; las temperaturas máxima y mínima absolutas son de 37° y -5° C respectivamente. La precipitación media anual es de 1041.2 mm y existe un período de sequía relativamente bien definido de octubre a mayo. Una descripción más detallada del área puede encontrarse en Hernández y Carreón (1987).

Las observaciones se llevaron a cabo de junio a octubre de 1981 en una población de aproximadamente 50 individuos, los cuales se encontraban agregados en los bordes de un campo agrícola. El néctar acumulado en flores individuales fue medido con micropipetas de 10 µl, y la densidad de azúcares se estimó con un refractómetro de campo (Erma, modelo A); ambas mediciones se hicieron al amanecer. Para conocer el sistema de compatibilidad de la población se aislaron de los visitantes florales 10 individuos completos con una estructura de malla de plástico de un metro cúbico. Un total de 18 flores de los individuos aislados se auto-polinizaron con un pincel fino; el porcentaje de frutos producidos reflejó el grado de auto-compatibilidad genética en la población. Una muestra adicional de estas flores (73) se marcó con el objeto de estimar el potencial de autogamia en la población. Para obtener una estimación relativa de la eficiencia reproductiva de la población se evaluó el porcentaje de flores que desarrollaron frutos maduros después de la polinización natural; este último tratamiento se llevó a cabo en individuos no aislados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Mirabilis longiflora se distribuye en forma discontinua desde el sur de Texas y Arizona hasta Oaxaca, México, y sus poblaciones prosperan principalmente en la vegetación secundaria. En el área de estudio la floración de esta especie coincide esencialmente con la época de lluvias. El comportamiento fenológico es muy asincrónico entre individuos, pues existe un desfase de hasta seis semanas en el inicio de la floración entre plantas individuales. El número de flores en antesis por noche varía de cero a 20 en cada individuo. Los botones florales de *Mirabilis longiflora* inician su apertura durante el crepúsculo (17:30-18:00 hrs. aprox.). Una vez que las flores están completamente abiertas se percibe un fuerte aroma dulce y las anteras hacen dehiscencia. La sucesión de eventos asociados con la antesis, (p. ej., apertura floral, dehiscencia de anteras, secreción de aroma, etc.) es extremadamente sincrónica a nivel de plantas individuales, aunque existe un cierto grado de desfase temporal entre individuos. Las flores permanecen en antesis durante una sola noche hasta las primeras 2-3 horas de la mañana siguiente, iniciándose entonces los movimientos florales conducentes a la autogamia. Cada flor contiene al amanecer del día siguiente a la antesis un promedio de 11.8 µl (±5.5, N=34) de néctar, con una densidad de azúcares de 21.1% (peso por peso total, ±2.5, N=40).

Los experimentos de polinización controlada revelaron que los individuos de la población son altamente auto-compatibles, un fenómeno previamente sugerido por Baker (1961); 83.3% de un total de 18 flores auto-polinizadas artificialmente produjeron frutos maduros. Más aún, el tratamiento para probar la habilidad de las flores para auto-polinizarse reveló el fuerte potencial de autogamia en la población, pues de las 73 flores marcadas para este propósito, 35.6% produjeron frutos maduros. La proporción de frutos producidos fue de 51.1% (N= 176) en plantas a las que tuvieron acceso los polinizadores. Esta diferencia en los índices de producción de frutos entre las flores protegidas y las expuestas a los

visitantes florales, sugiere que la xenogamia podría estar jugando un papel significativo en la población.

Al igual que *M. jalapa* y *M. nyctaginea* (Cruden, 1973), el proceso de auto-polinización natural en *M. longiflora* se lleva a cabo mediante una sucesión notablemente ordenada de movimientos florales. Durante la mayor parte del período de antesis, los cinco estambres están exertos aproximadamente un cm respecto al limbo del perianto y el estigma se extiende aún más que las anteras, quedando espacialmente aislado y evitándose así la auto-polinización. Durante las primeras horas de la mañana, sin embargo, se inicia un proceso de encorvamiento de los filamentos y del estilo hacia la cavidad del perianto, propiciando la auto-polinización (Fig. 1a-b). Posteriormente, el limbo se cierra envolviendo los estambres y el estigma (Fig. 1c). Una proporción variable de flores, sin embargo, queda con los estigmas exertos y, por lo tanto, sin polinizarse. En cinco ocasiones, se examinó la población temprano en la mañana para estimar los porcentajes de flores con los estigmas insertos después del cierre del perianto (Cuadro 1). Estas proporciones, que variaron de 12.7 a 81.4%, reflejan un alto grado de variación temporal en el potencial de auto-polinización de *M. longiflora* en la población estudiada.

Cuadro 1. Porcentaje de estigmas insertos en flores que recién terminaron su período de antesis. Datos tomados a las 7:00 hrs.; N = número de flores examinadas.

Fecha	% estigmas insertos	N
Julio 4	12.7	124
Julio 18	81.4	81
Julio 24	47.3	190
Agosto 2	72.5	102
Agosto 9	75.9	385

Grant y Grant (1983) señalan a *Manduca quinquemaculata* (Sphingidae) como el polinizador primario de *M. longiflora* en Arizona. Nuestras observaciones contrastan con las de estos autores, pues en cuatro noches de observación (tiempo total de observaciones = 14 horas) no detectamos visitantes florales.

Un indicador muy confiable de la frecuencia de visitantes a las flores de *Mirabilis* es la presencia de granos de polen y/o escamas de esfíngidos en la superficie estigmática. Este indicador ha sido utilizado exitosamente por Cruden (1973) y por Martínez del Río y Búrquez (1986) en observaciones sobre otras especies de *Mirabilis*. Los granos de polen de *M. longiflora* son muy grandes, llegando a tener un diámetro de 210 μ (Nowicke, 1970), y su color amarillo brillante contrasta con el púrpura del estigma; de esta manera, la polinización es fácilmente detectable. Se hicieron observaciones durante cinco días en la madrugada, al final del período de antesis, y en todos los casos el resultado fue la ausencia total de estigmas polinizados (N = 24, 32, 28, 30, 30).

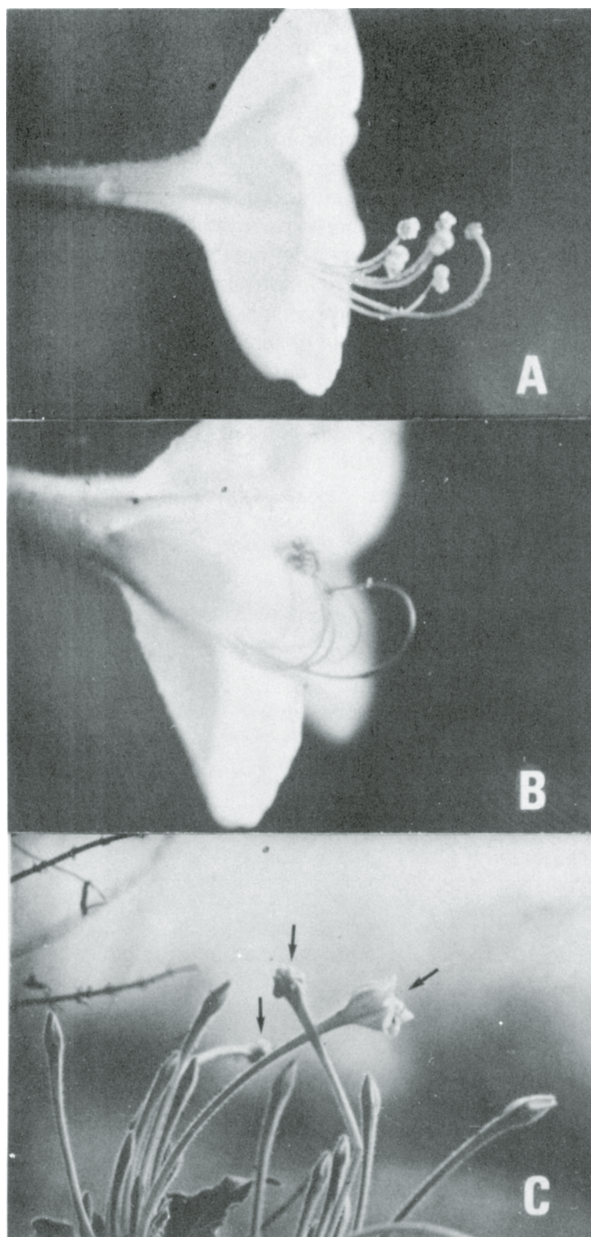


Figura 1. Auto-polinización en *Mirabilis longiflora*. A. Inicio del encorvamiento de los filamentos y el estilo; B. El encorvamiento es mayor y el estigma, que ya tiene depositados algunos granos de polen, se encuentra muy próximo a las anteras; C. El limbo se cierra envolviendo los estambres y el estigma (flechas).

La eficiencia de la polinización de las especies esfingófilas es fuertemente dependiente de la temperatura, la cual restringe la actividad de los polinizadores. Aunque los esfingidos tienen la habilidad de termorregulación (Heinrich, 1971, 1974), temperaturas por debajo de los 13-15°C en el crepúsculo impiden su vuelo (Cruden et al., 1976; Martínez del Río y Búrquez, 1986). Existe entonces una correlación inversa entre la altitud y el número de especies polinizadas por esfingidos en una comunidad dada. Consecuentemente, en México la diversidad de especies esfingófilas es sustancialmente mayor en regiones de altitudes medias o bajas, que en ecosistemas de elevada altitud (Cruden et al., 1976). Las poblaciones de *M. longiflora* se distribuyen entre los 900 y los 2800 m de altitud, y nuestra población en Michoacán se ubica altitudinalmente cerca del extremo superior (2350 m), en donde las posibilidades de polinización cruzada son probablemente menores que en poblaciones de altitudes menores.

Otro factor que probablemente limita las posibilidades de polinización es la longitud del perianto de *M. longiflora*. Grant y Grant (1983) ubica a *M. longiflora* dentro de un contingente de especies del suroeste de los Estados Unidos con tubos florales muy largos (> 9 cm de longitud), cuya biología reproductiva no se conoce bien. La longitud media del perianto de esta especie en nuestra población resultó ser de 14.2 cm (± 1.6 , N=75), cerca del extremo superior de la especie (intervalo = 7-17 cm; Fay, 1980). Esta condición de las flores implica un alto grado de especialización, ya que limita las posibilidades de visita de especies de esfingidos con proboscis más cortas. Nuestro conocimiento sobre la fauna de mariposas nocturnas en el sitio de observaciones es virtualmente nulo, e ignoramos si existe alguna especie de esfingido con proboscis equivalente a la longitud del perianto de *M. longiflora*.

Hay entonces dos líneas de evidencia que sugieren que la autogamia es un importante componente de la reproducción de *M. longiflora* en la localidad estudiada: los individuos de la población son genéticamente auto-compatibles y tienen un alto potencial para auto-fecundarse y, en segundo lugar, prevalece una aparente ausencia de polinizadores, o al menos una baja frecuencia de visitas a las flores. Aunque la información disponible no nos permite evaluar la frecuencia de frutos producidos vía auto-fecundación en un ciclo de floración completo, es posible estimar que la habilidad de las flores de *M. longiflora* para auto-fecundarse provee a la población de una importante ventaja reproductiva en un ambiente en donde las posibilidades de polinización cruzada son aparentemente bajas.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a los estudiantes Yasmín Carreón, Irene Avila, Guadalupe Nieto y Héctor Anguiano, todos de la Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por su colaboración en el campo. Asimismo, doy las gracias a los Doctores Alberto Búrquez, Fernando Chiang y Victor M. Toledo por sus comentarios al manuscrito final.

LITERATURA CITADA

- Baker, H. G. 1961. The adaptations of flowering plants to nocturnal and crepuscular pollinators. *Quart. Rev. Biol.* 36: 64-73.
- Baker, H. G. 1964. Variation in style length in relation to outbreeding in *Mirabilis* (Nyctaginaceae). *Evolution* 18: 507-512.
- Bateman, A. J. 1968. The role of heterostyly in *Narcissus* and *Mirabilis*. *Evolution* 22: 645-646.
- Cruden, R. W. 1970. Hawkmoth pollination of *Mirabilis* (Nyctaginaceae). *Bull. Torrey Bot. Club* 97: 89-91.
- Cruden, R. W. 1973. Reproductive biology of weedy and cultivated *Mirabilis* (Nyctaginaceae). *Amer. J. Bot.* 60: 802-809.
- Cruden, R. W., S. Kinsman, R. Stockhouse y Y. Linhart. 1976. Pollination, fecundity and the distribution of moth-flowered plants. *Biotropica* 8: 204-210.
- Fay, J. J. 1980. Nyctaginaceae. In: Gómez-Pompa, A. (ed.). *Flora de Veracruz*, Fascículo 13. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver., México.
- Grant, V. y K. A. Grant. 1983. Hawkmoth pollination of *Mirabilis longiflora* (Nyctaginaceae). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 80: 1298-1299.
- Heinrich, B. 1971. Temperature regulation of the sphinx moth, *Manduca sexta*. I. Flight energetics and body temperature during free and tethered flight. *J. Exp. Biol.* 54: 141-152.
- Heinrich, B. 1974. Thermoregulation in endothermic insects. *Science* 185: 747-755.
- Hernández, H. M. y Y. Carreón. 1987. Notas sobre la ecología reproductiva de árboles en un bosque mesófilo de montaña en Michoacán, México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 47: 25-35.
- Martínez del Río, C. y A. Búrquez. 1986. Nectar production and temperature dependent pollination in *Mirabilis jalapa* L. *Biotropica* 18: 28-31.
- Nowicke, J. W. 1970. Pollen morphology in the Nyctaginaceae. *Grana* 10: 79-88.