

Importancia de *Apis Mellifera* L. en la producción de *Cucurbita Maxima* Duch. (Zapallito de tronco)

L.M. Passarelli

Cátedra de Palinología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.
Paseo del Bosque s/n. 1900-La Plata. Argentina.

lilipa@mailcity.com

RESUMEN

Se estudió la influencia de la abeja *Apis mellifera* en la producción del zapallito de tronco, *Cucurbita maxima* (Duch.), en plantas cubiertas, excluyendo todas las visitas de insectos y en plantas con polinización abierta. Se observaron diferencias entre los tratamientos. Las plantas expuestas a la visita de *Apis mellifera* produjeron más frutos, de mayor peso y con mayor número de semillas. Se tuvo en cuenta además la influencia de los atractivos florales y del número de flores por planta en la frecuencia de las visitas. El índice polen/óvulo indicador del sistema reproductivo ubica a *C. maxima* entre las xenógamas facultativas. Se concluye que una polinización controlada tiene una alta producción y una mejor calidad de frutos. Debido a que los polinizadores naturales de los géneros *Cucurbita*, *Xenoglossa* y *Peponapis* se encuentran sólo en un área reducida de América, la abeja melífera es sin duda de gran utilidad para lograr una efectiva polinización en las zonas donde no se encuentran estos polinizadores.

Palabras clave: abeja melífera, polinización, plantas xenógamas

INTRODUCCIÓN

El género *Cucurbita* L. está asociado con el hombre según la evidencia arqueológica desde hace cerca de 10.000 años. Este género es relativamente pequeño y está compuesto por entre 15 y 26 especies, según los distintos autores, concentradas desde el límite entre Canadá y EE.UU., llegando hacia el sur hasta aproximadamente la latitud de Buenos Aires, Argentina (Hurd *et al.*, 1971; Lira Saade, 1995; Nee, 1990). Posee cinco especies de

Recibido: 19-6-00

Aceptado para su publicación: 20-12-01

importancia alimenticia (*C. ficifolia* Bouche, *C. máxima* Duch., *C. argyrosperna* Huber, *C. moschata* Poir y *C. pepo* L.; Lira Saade, 1995).

Este género es monoico, siendo imprescindible un vector para asegurar la polinización. En áreas nativas existe una estrecha relación entre las especies del género *Cucurbita* y abejas del género *Peponapis* y *Xenoglossa* (Bates *et al.* 1989; Whitaker, 1980). Sin embargo, a pesar que estos son los polinizadores más importantes, las especies cultivadas que han sido introducidas en casi todo el Viejo Mundo y en zonas de América, donde no se encuentran polinizadores naturales, fructifican exitosamente.

Cucurbita maxima es originaria de América del Sur, aunque en la actualidad se cultiva en muchas partes del mundo. Presenta, según la clasificación actual (Lira Saade, 1995), dos subespecies, *C. maxima* ssp. *maxima*, cultivada y *C. maxima* ssp. *andreana*, considerada arvense o ruderal (Hunziker y Subils, 1975). Generalmente se cultiva en climas templados y secos del NO y centro de Argentina, aunque soportan una amplia variedad de condiciones ecológicas. Las flores presentan una morfología similar a la de sus congéneres. Son gamopétalas con corolas tubulares-campanuladas, muy vistosas, de color amarillo brillante. El androceo tiene una estructura particular debido a que las anteras están unidas en una columna. Las flores pistiladas presentan un ovario ínfero, con el estilo fusionado y estigmas voluminosos.

Los trabajos existentes sobre la biología de *Cucurbita* se refieren principalmente a otras especies como *C. foetidissima*, *C. pepo*, *C. texana* (Cady y Wien, 1994; Nepi *et al.*, 1996; Winsor y Peretz Shani, 2000), siendo *C. maxima* una de las especies cultivadas menos estudiada.

Como es sabido, *Apis mellifera* es un importante polinizador, con una amplia diversidad de fuentes de néctar y/o polen. Debido a que son escasos los trabajos realizados en áreas donde *Xenoglossa* y *Peponapis* no están presentes, y especialmente en Argentina, son pocos los datos sobre el uso de *Apis mellifera* en programas de polinización de cultivos; se realizó un estudio con el objetivo de observar el desempeño de la abeja melífera como reemplazante de los polinizadores naturales de *Cucurbita maxima*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado fue *Cucurbita maxima* Duch. ex Lam. ssp. *maxima* cultivar Cachí Magnif INTA. El ensayo se realizó en una plantación experimental en los terrenos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata. La siembra se efectuó en el mes de septiembre de 1994, en forma manual. Las semillas fueron colocadas a una distancia de un metro entre sí. Las colmenas se encontraban a 60 metros de la plantación previamente al momento de siembra.

Se realizaron dos tratamientos: a) plantas cubiertas excluyendo la visita de insectos, b) plantas con polinización abierta. Para efectuar el análisis de los datos se tuvo en cuenta el número mínimo de plantas necesario ($n = 48$) y la disposición de las mismas, aplicando como diseño experimental bloques al azar con tres repeticiones. Con este fin se seleccionaron tres bloques con cuatro parcelas cada uno, dos por cada tratamiento. Las repeticiones fueron hechas al azar para el total de plantas que constituyen la parcela útil (cuatro plantas por parcela). Se dejó alrededor de la parcela un surco de plantas no aprovechable

para eliminar el efecto de bordura; en 10 flores de este sector se realizaron autopolinizaciones manuales con el fin de estudiar el sistema de compatibilidad de esta especie.

La observación de la morfología floral se realizó con un microscopio estereoscópico. El momento de receptividad del estigma fue constatado mediante el método de la actividad de la catalasa (Zeisler, 1938).

La cantidad promedio de granos de polen por flor estaminada fue obtenida por medio de un hematocitómetro (Shore y Barret, 1984). El número promedio de óvulos por flor pistilada fue obtenido contando los presentes en la mitad de un ovario y multiplicando el valor por dos, bajo microscopio estereoscópico. Tanto en este caso como en el recuento de polen se realizó previamente un estudio para determinar el área mínima (Armesto Gutiérrez, 1980). Con este propósito se tomaron muestras de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 variables. El área mínima quedó establecida cuando se observó que el promedio permanecía constante y la varianza disminuía. El resultado fue de 20 variables para el polen y 30 para el número de óvulos. Se obtuvo el índice P/O indicador del sistema reproductivo (N.º de granos de polen/ N.º de óvulos; Cruden, 1977).

Para conocer la relación existente entre flores pistiladas y estaminadas, se realizaron tres recuentos semanales por parcela, contando la totalidad de las flores de cada una de las parcelas, por un período de setenta y cinco días.

Para observar la reflexión de luz UV, las flores (n = 4) fueron colocadas bajo una lámpara de fluorescencia. Se realizaron ensayos olfativos de las flores a distintas horas con el fin de detectar los momentos de mayor emisión de perfume.

Se tomaron datos de la hora de apertura y cierre de las flores relacionándolos con la heliofanía, temperatura y humedad relativa. Los datos climáticos fueron suministrados por el Departamento de Sismología e Información Meteorológica de la Facultad de Ciencias Astronómicas, Universidad Nacional de La Plata.

Durante el período que duró el ensayo se realizaron observaciones a diferentes horas del día para determinar los momentos de mayor frecuencia de visitas efectuadas por las abejas a una flor en un intervalo de cinco minutos durante tres horas, teniendo en cuenta todo el período de antesis de las flores.

Se observó, además, la influencia del número de flores por planta en la atracción de los visitantes. Se marcaron plantas con cuatro o más flores y plantas con tres o menos flores. Se registraron las visitas recibidas por cada grupo con intervalos de 1 hora, desde las 7 h hasta las 13 h durante tres días. Se obtuvo el valor promedio de estos datos.

Para el estudio de la participación de las distintas partes florales en la atracción de insectos se extrajeron a 10 flores dos verticilos, cáliz y corola. Otras 10 flores sin tratamiento fueron tomadas como testigo. Se obtuvo un registro de las visitas realizadas a cada uno de los grupos.

La flora competitiva del lugar fue identificada por observación directa de la mayor presencia de abejas en las plantas circundantes y la disminución de éstas en el cultivo.

Los frutos fueron cosechados manualmente, registrándose la cantidad, peso y número total de semillas de los mismos. Se realizó el análisis de varianza para estos resultados y se obtuvo el índice de correlación entre el peso y el diámetro de los frutos, altura de los frutos y número total de semillas.

RESULTADOS

Se observó la morfología floral de *Cucurbita maxima*, constatando que las flores pistiladas, epiginas, presentan un estigma trífido, del tipo húmedo, con abundante secreción, que aglutina los granos de polen. Las tres áreas estigmáticas receptoras estuvieron bien delimitadas. Las flores estaminadas tenían 5 estambres connatos. La morfología de las flores pistiladas fue notoriamente similar a la de las flores estaminadas tratando de simular la oferta de recompensa (polen).

La cantidad de flores producidas en las parcelas protegidas fue mayor con respecto a las sin protección (Tabla 1). Se observó una proporción de 6:1 entre estaminadas y pistiladas durante todo el período de observación en las parcelas sin protección y 8:1 en las protegidas. Se pudo apreciar la presentación de pimpollos florales los primeros días de noviembre, continuando la floración hasta finales de abril (otoño temprano). La abertura de las flores se observó a los diez días siguientes, siendo todas estaminadas. Si bien la presencia de flores pistiladas se registró al segundo día de iniciada la floración, hubo casos de plantas que produjeron flores pistiladas después de los 37 días de iniciada la misma en las parcelas sin protección.

Tabla 1

Proporción de flores estaminadas y pistiladas en los ensayos realizados

Tratamiento	Cant. total de flores	Flores pistiladas	Flores estaminadas	Proporción estaminadas: pistiladas
Parcelas s/protección	476	64 (13 %)	412 (86 %)	6: 1
Parcelas protegidas	904	99 (11 %)	805 (89 %)	8: 1

El número de flores estaminadas fue incrementando hacia la mitad del período. El número de flores pistiladas, por el contrario, se mantuvo constante durante todo el ensayo (Fig. 1). Se observaron casos de plantas que produjeron sólo flores estaminadas en las parcelas sin protección; en cambio, no sucedió lo mismo con las flores pistiladas.

Las flores abrían apenas aclaraba el día, independientemente de la temperatura. El cierre de las mismas, en cambio, ocurría cuando la temperatura sobrepasaba los 24 °C. En ciertos casos en que la temperatura máxima registrada no superaba los 20 °C, las flores permanecían abiertas aún después de las 18,30 h. Las cinco anteras de dehiscencia extrorsa y vertical exponían al polen antes de la abertura de la flor. En el momento de anthesis el estigma era receptivo, con una reacción fuertemente positiva. El perfume fue un importante atractivo secundario en las horas de mayor visita; los ensayos olfativos indicaron que el olor era más intenso en las primeras horas de la mañana.

Se observó que los visitantes de *Cucurbita* eran atraídos por el color amarillo intenso de la corola, que refleja además luz UV. Esto se comprobó debido a que las abejas ignoraron en todos los casos (n = 10) las flores que carecían de perianto.

El número promedio de granos de polen por flor fue elevado ($X = 110.000$). Se contaron además un promedio de 250 óvulos por ovario. El índice P/O (relación entre el número

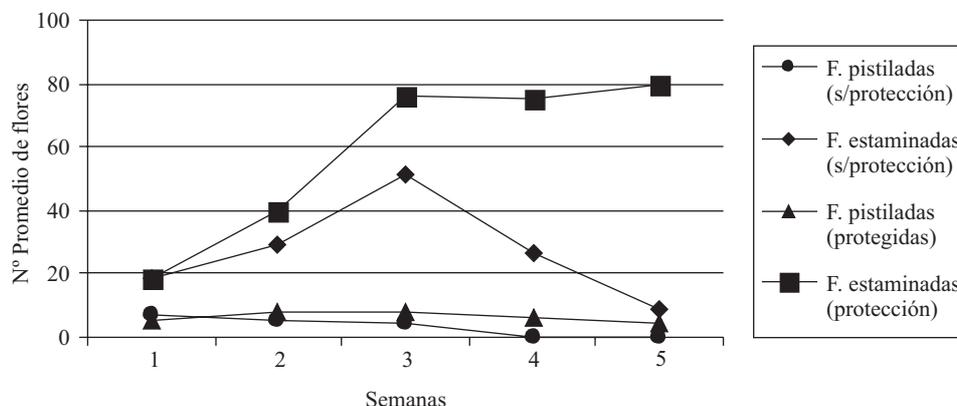


Fig. 1.—Evolución de flores pistiladas y estaminadas en ambos tratamientos

ro de granos de polen y el número de óvulos) indica que esta especie es xenógama facultativa. El hecho de que no se considere xenógama obligada a pesar de ser dioica concuerda con los resultados obtenidos de las flores a las que se les realizó autopolinización manual. En este caso se comprobó que las flores son autocompatibles, ya que el 90 % de las flores produjeron frutos normales ($n = 10$ flores).

Las abejas comenzaban a visitar las flores a las 6,30 y a las 7,30 una gran parte del polen ya había sido removido. El mayor número de visitas se registró entre las 6,30 y 10 hrs. Las flores estaminadas fueron visitadas en mayor proporción que las pistiladas (Fig. 2). Se constató que la presencia de un mayor número de flores por planta no influenciaba positivamente la visita de insectos. A veces las plantas con escaso número de flores tenían mayor frecuencia de visitas que aquellas muy florecidas (Tabla 2). Si bien se observó a *Bombus atratus* entre los polinizadores de esta especie, su participación no fue preponderante, ya que las visitas a *Cucurbita* fueron poco frecuentes. La presencia de Halictidos y Anthophoridos no fue importante debido al tamaño de estos insectos. Numerosos coleópteros (principalmente de la especie *Acalymma xantographa*) estaban asociados con las flores de *Cucurbita*. Estos insectos no intervinieron en la polinización, siendo destructivos, por alimentarse de partes florales. Ejercían además una influencia negativa, ya que las abejas evitaban introducirse en las flores que tenían coleópteros en su interior.

Con respecto a la flora competitiva se observó que la atracción que ejerce *C. maxima* sobre *Apis mellifera* depende fundamentalmente de la flora circundante al cultivo. Las familias *Fabaceae* y *Asteraceae* son especialmente importantes, pues ejercen una influencia negativa en la polinización de esta especie. Las visitas de *Apis mellifera* a *Cucurbita maxima* comenzaron a los cinco días de iniciada la floración, momento en el cual la población de *Vicia platensis* Spegazzini cercana estaba decreciendo. Durante el mes de diciembre se observó nuevamente una disminución de abejas en el cultivo debido a la floración de *Melilotus albus* Medikus. Esta planta tiene una gran importancia como melífera.

De acuerdo con los ensayos realizados, el 82 % de las flores controladas ($n = 121$) pertenecientes a las parcelas con libre polinización produjeron frutos normales. En el caso de las flores de las parcelas protegidas, sólo se observó la formación de frutos en un 0,4 % ($n = 238$ flores). El análisis de varianza para el número promedio de frutos formados fue

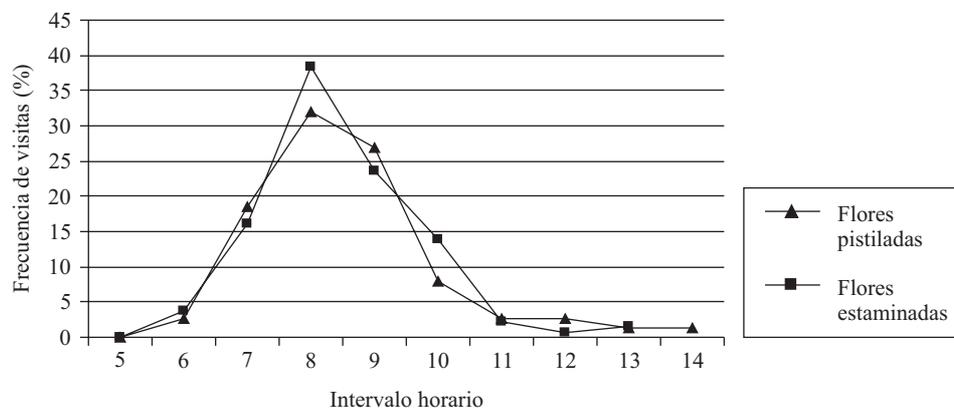


Fig. 2.—Visitas de *Apis mellifera* a parcelas sin protección

Tabla 2

Influencia del número de flores por planta de *Cucurbita* en la frecuencia de visitas de *Apis mellifera*

	Número promedio de visitas					
Horas	7,05 a 8	8,05 a 9	9,05 a 10	10,5 a 11	11,05 a 12	12,05 a 13
Plantas con ≥ 4 flores	0	0,15	0,3	1,20	0,08	0,50
Plantas con ≤ 3 flores	1,12	0,50	1,0	0,75	0,38	0,40

significativamente mayor para el 5 % de probabilidades en el caso de las parcelas visitadas por *Apis mellifera*. No se produjeron frutos abortados en las parcelas sin protección; en cambio, en las parcelas con exclusión de abejas se observaron 204 frutos abortados.

Las parcelas con libre polinización produjeron frutos más pesados y uniformes. Los valores promedio obtenidos son de 530 g (entre 350 a 620); los de parcelas protegidas fueron más livianos (188 g) y heterogéneos (entre 20 y 580 g). Al analizar los parámetros peso por fruto entre los tratamientos, el análisis de varianza mostró diferencias significativas a favor de las parcelas sin protección. El diámetro de los frutos presentó un rango mayor, con valores entre 2 y 7 cm de altura, en las parcelas protegidas que en las sin protección, en las que se observó uniformidad de valores (entre 10 y 12 cm). La producción de semillas fue notoriamente mayor en las parcelas sin protección (2.700 semillas) en comparación con las parcelas protegidas (676 semillas). Con estos datos se obtuvieron correlaciones positivas y significativas entre el peso y diámetro del fruto ($r = 0,9$), altura promedio del fruto ($r = 0,7$) y número total de semillas ($r = 0,5$).

DISCUSIÓN

Si bien varios autores dan crédito a *Apis mellifera* como polinizador de *Cucurbita*, los trabajos sobre melisopalinología procedentes de diferentes áreas del mundo no mencionan el polen de este género entre los dominantes. Maurizio y Louvoux (1962) y Tellería (1995) incluyeron a los granos de polen de *Cucurbita* en una lista sobre el polen representado en un bajo porcentaje en las mieles. En estudios realizados sobre cargas de abejas y de otros polinizadores, como *Bombus* y *Xylocopa*, en distintas zonas de la provincia de Buenos Aires no se cita a *Cucurbita* (Girarde, com. pers.). Los granos de polen de este género son grandes y, si bien presentan abundante *pollenkitt*, su morfología parece no ser la ideal para su colección (Passarelli, 1987). La atracción de *Cucurbita* sobre los polinizadores es ejercida principalmente por el color y perfume de la corola. La demostración de la recompensa en el amarillo intenso de las anteras, mimetizado por el estigma, es también un atractivo importante. De acuerdo con los datos existentes sobre otros taxones, como *C. maxima* ssp. *Andreana* (Ashworth y Galetto, 1999) y *C. pepo* (Nepi y Pacini, 1993), el número de granos de polen y el número de rudimentos seminales por flor fue mayor en la especie aquí analizada. Con estos antecedentes se puede decir que *Cucurbita* es un recurso alternativo en el caso de existir una pobre oferta de recursos poleníferos y/o nectaríferos. De todas formas, la producción de abundante cantidad de polen, asociada a un mayor número de flores estaminadas, la posibilidad de producir frutos viables tanto por autogamia como por xenogamia y la fenología (floración desde noviembre hasta fines de abril) hacen que esta especie tenga una elevada eficiencia reproductiva.

La diferencia en la proporción entre flores estaminadas y pistiladas de parcelas protegidas y sin protección puede deberse a la influencia de los frutos en la regulación de la expresión de los sexos producida por fitohormonas que promueven la formación de flores pistiladas.

La apertura de las flores no concuerda con lo citado por otros autores, quienes le atribuyen un factor importante a la temperatura (Seaton y Kremer, 1939). Con respecto al cierre de las flores, existen diferencias. Si bien se coincide en que las flores cierran cuando la temperatura supera los 24 °C, el horario varía influenciado por la latitud. En este caso se observó que la floración se extendía de las 18,30 h, siendo el dato de mayor amplitud, exceptuando a Sarli (1980), quien cita flores de *Cucurbita maxima* que permanecieron abiertas durante 24 horas. La dehiscencia de las anteras previa a la antesis concuerda con lo expresado para *C. maxima* ssp. *andreaana* y *C. pepo* (Ashworth y Galetto, 1999; Nepi y Pacini, 1993).

La diferencia observada a favor de la polinización de las plantas estaminadas coincide con algunos autores (Free, 1970). Las flores estaminadas ejercen mayor atracción por tener pedicelos largos y ubicarse por encima de las hojas; las flores pistiladas, en cambio, con pedicelos cortos, se encuentran debajo del nivel de las hojas (Ashworth y Galetto, 1999; Whitaker y Davis, 1962; este trabajo). En el caso de *C. pepo* se observó que las flores más visitadas eran las pistiladas, cuyos nectarios producen mayor cantidad de néctar con mayor concentración de azúcares y proteínas que en las estaminadas (Nepi *et al.*, 1996).

Las visitas de *Apis mellifera*, principal polinizador, incrementan notoriamente la producción y calidad de frutos de *Cucurbita maxima*, teniendo un importante valor en las zonas en que *Xenoglossa* y *Peponapis* están ausentes, es por lo tanto importante promover la presencia de abejas en los cultivos.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a la Dra. Marta Morbelli por la dirección de este trabajo y al personal de la Cátedra de Entomología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata por la identificación de los insectos visitantes.

SUMMARY

Implication of *Apis mellifera* L. in the production of *Cucurbita maxima* Duch.

The implication of *Apis mellifera* in the production of *Cucurbita maxima* in both cropping systems, plants under cover, excluding any insect visit, and plants with free pollination allowed, were studied. Differences between treatments were observed. Plants which received *Apis mellifera* visits produced more fruits, of higher weight and with a higher number of seeds. The influence of floral attractiveness and the number of flowers per plant were taken into account in visits frequency. Pollen/ovule ratios defines *C. maxima* as facultatively xenogamous. Results indicate that a controlled pollination has a high production and a better fruit quality. Considering that the natural pollinators of *Cucurbita*, *Xenoglossa* and *Peponapis* are distributed in a reduced area of America, the honey bee seems to be the best option in places where these pollinators are not present.

Key words: honey bee, pollination, xenogamous plants

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMESTO-GUTIÉRREZ J.R., 1980. Aplicación de algunas técnicas de muestreo al análisis de la vegetación de Chile central. Arch. Biol. Med. Exp. 13, 403-412.
- ASHWORTH L., GALETTO L., 1999. Morfo-anatomía cuantitativa de las flores pistiladas y estaminadas de *Cucurbita maxima* subsp. *Andreana* (*Cucurbitaceae*). Darwiniana 37, 187-198.
- BATES D., ROBINSON R.W., JEFFREY CH., 1989. Biology and utilization of the *Cucurbitaceae* Comstock, Cornell University Press, 485pp.
- CADY S.W., WIEN H.C., 1994. Pollination and fruitset patterns of field grown pumpkins. Hortscience 29, 473.
- CRUDEN R.W., 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. Evolution 31, 32-46.
- FREE J.B., 1970. Cucurbitaceae. En Insect Pollination of Crops. London, Academic Press, Cap.23, 298-313.
- HUNZIKER A.T., y SUBILS, R., 1975. Sobre la importancia taxonómica de los nectarios foliares en especies silvestres y cultivadas de *Cucurbita*. Kurtziana 8, 43-47.
- HURD P.D., LINSLEY G.E., WHITAKER T.W., 1971. Squash and gourd bees (*Peponapis*, *Xenoglossa*) and the origin of the cultivated *Cucurbita*. Evolution 25, 218-234.
- LIRA SAADE R., 1995., Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las *Cucurbitaceae* latinoamericanas de importancia económica. Instituto de Biología, UNAM, México IPGRI, 281 pp.
- MAURIZIO A., LOUVOUX J., 1962. Pollens de Plantes mellíferes d'Europe. Pollen et Spores IV: 247-262.
- NEE M., 1990. The domestication of *Cucurbita* (*Cucurbitaceae*). Econ. Bot.44, 56-68.
- NEPI M., PACINI E., 1993. Pollination, pollen viability and pistil receptivity in *Cucurbita pepo*. Ann. Bot. 72, 527- 536.
- NEPI M., PACINI E., WILLEMSE M.T., 1996. Nectary biology of *Cucurbita pepo*: ecophysiological aspects. Acta Bot. Neerl. 45, 41-54.
- PASSARELLI L.M., 1987. Análisis del polen de especies de *Cucurbita* L presentes en Argentina. Actas del VII Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, pp. 157-160.
- SARLI A.E., 1980. Tratado de Horticultura. Buenos Aires, Acme. pp 374-384.
- SEATON, K., 1939. The relation of certain floral abnormalities to the pollination of *Cucurbita*. Proc. Amer.Soc. Hort. Sci. 36, 626.
- SHORE J.S., BARRET S.C.H., 1984. The effect of pollination intensity and incompatible pollen on seed set in *Turnera ulmifolia* (*Turneraceae*). Can. J.Bot. 62, 1298-1303.

- TELLERÍA M.C., 1995. Plantas de Importancia Apícola del Distrito Oriental de la Región Pampeana (Argentina). Bol. Soc. Argent. Bot. 30, 131-136.
- WHITAKER T.W., 1980. Cucurbitáceas americanas útiles al hombre. CIC. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. 42 pp.
- WHITAKER T.W., DAVIS G.N., 1962. The cucurbits- Botany, cultivation and utilization. World Crops Books. Leonard Hill Ltd, London.
- WINSOR J. A., PERETZ-SHANI S.A., 2000. Pollen competition in a natural population of *Cucurbita foetidissima* (Cucurbitaceae). Am. J. Bot. 87, 527-532.
- ZEISLER M., 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen narberfläche mit Hilfe von Reaktionen. Beih. Bot. Centralbl., sect. A, 58, 308-318.