

INFLUENCIA DEL GRADO DE POLINIZACION EN LA CALIDAD DE LA GUANÁBANA

POLLINATION DEGRE INFLUENCE IN SOURSOP FRUIT QUALITY

Omar Franco Mora¹, Eduardo García Villanueva², Jesús Jasso Mata³, Crescenciano Saucedo Veloz² y Saúl Sánchez Soto⁴

RESUMEN. El trabajo experimental se realizó en Teapa, Tabasco, México, durante los meses de febrero a agosto de 1999; se polinizaron manualmente flores de guanábano (*Annona muricata* L.) para determinar la influencia del grado de polinización en la calidad de los frutos. Se consideraron guanábanas procedentes de polinización manual controlada al 100, 75, 50 y 25 % del gineceo y polinización natural. La polinización al 100 % presentó 70 % de amarre y 67.5 % de frutos cosechados, así como frutos con simetría radial y bilateral y por lo menos 70 mg más de azúcares totales por cada 100 g de pulpa fresca en madurez de consumo. La polinización libre produjo frutos de calidad similar a aquellos producidos por la polinización manual al 50 %.

Palabras clave: *Annona muricata* L., polinización manual, polinización natural, amarre.

SUMMARY. Experimental work was established in Teapa, Tabasco, Mexico, during February to August, 1999. Soursop (*Annona muricata* L.) flowers were pollinated in order to determinate pollination degree influence in final fruit quality. 100, 75, 50 and 25 % hand-pollination and natural-pollination treatments were used. 100 % treatment presented 70 % fruit-set and 67.5 % harvested-fruits, as well as symmetrical fruits and at least 70 mg more total sugars each 100 g maturity fresh-pulp. Natural-pollination produced fruits of similar quality to those produced by 50 % hand-pollination.

Keywords: *Annona muricata* L., hand-pollination, natural-pollination, fruit-set.

INTRODUCCIÓN

La guanábana presenta un amplio potencial en el mercado internacional (Ito y Hamilton, 1990), en México se cultiva en aproximadamente 5000 ha distribuidas en pequeñas superficies y huertos familiares (Nakasone y Paull, 1997). Sin embargo, su consumo como fruta fresca se limita al 6 % de la producción total, principalmente por la mala presentación comercial de los frutos, los cuales en un alto porcentaje

¹ Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX. Zaragoza No. 6. Coatepec Harinas, México.

² Colegio de Postgraduados. IREGEP. Programa de Fruticultura. Montecillo, México. C.P. 56230.

³ Colegio de Postgraduados. IRENAT. Programa Forestal. Montecillo, México. C.P. 56230.

⁴ Colegio de Postgraduados. IFIT. Campus Tabasco. Cárdenas, Tabasco. México. C.P. 86500

presentan formas asimétricas (Vidal y Nieto, 1997) y a su corta vida postcosecha (Mosca *et al.*, 1997). La asimetría del fruto ha sido atribuida a una deficiente polinización (Nakasone y Paull, 1997), a un desarrollo heterogéneo de los pistilos (Vidal, 1981) e incluso al ataque de insectos (Chadler, 1962).

Los procesos de polinización y fecundación en flores de *Annona muricata* L. son limitados por fenómenos característicos. El gineceo es apocarpico, formado por la unión de numerosos pistilos (Manica, 1997) y existe falta de sincronización en la maduración de los antófilos, siendo los masculinos quienes maduran primero, por lo cual se denominan flores protogínicas (Worrell *et al.*, 1994), además, en preantesis y antesis temprana la flor presenta una estructura morfológica cerrada, dificultando la polinización por el viento e insectos relativamente grandes (Cogez y Lyannaz, 1994) y no producen néctar, además de presenta el fenómeno de heterostilia (Pinto y Genú, 1984). Por otro lado, se ha observado que las condiciones ambientales influyen significativamente en la polinización (Nakasone y Paull, 1997). Todos estos factores presentan un obstáculo para que los granos de polen viables lleguen a los estigmas cuando éstos aún se encuentran receptivos.

La polinización en forma natural en *Annona muricata* es llevada a cabo principalmente por nitidulidos (Nakasone y Paull, 1997). Observaciones de Podoler *et al.* (1985) indicaron que se requiere de al menos cuatro coleópteros por flor para generar un fruto de anonas de forma regular.

Debido a lo anterior se ha buscado solucionar el problema de la polinización, amarre y deformidad de los frutos de las anonáceas con la aplicación de la técnica de polinización manual; los resultados obtenidos en *A. muricata* (Martínez y Vidal, 1993), *A. cherimola* (Rubí, 1994) y *A. squamosa* (Cogez y Lyannaz, 1994) son alentadores, ya que han logrado aumentar el rendimiento y calidad de los frutos de estas especies.

Tomando en consideración la problemática para la obtención de frutos de alta calidad para su venta en fresco, el objetivo de este trabajo fue conocer la influencia del grado de polinización en la forma y algunas características organolépticas del fruto de *Annona muricata* L., considerando que la calidad del mismo, está en función de su tamaño, forma y constitución química sin enfermedades, ni parásitos.

MATERIALES Y METODOS

La fase de campo del presente trabajo se realizó durante los meses de febrero a agosto de 1999, en la Finca "Las Liliás" en Teapa, Tabasco; localizada en torno a los 17° 42' 47" L.N. y 92° 57' 53" L.W., presenta un clima cálido húmedo con lluvias todo el año (García, 1988). La polinización manual se llevó a cabo del 15 al 19 de febrero con la técnica del pincel, empleando flores de *A. muricata* próximas a antesis. El gineceo se dividió en cuatro partes, considerando a cada una de ellas como el 25 % de polinización, de esta manera se formaron los tratamientos indicados en el Cuadro 1. Se registró la temperatura y humedad ambientales con un higrotermógrafo digital (Taylor M/M5368).

Cuadro 1. Tratamientos de polinización manual controlada.

POLINIZACION (%)	CARACTERISTICAS	FLORES
100	Polinización a todo el gineceo	120
75	Polinización a 3/4 partes del gineceo	120
50	Polinización a 1/2 del gineceo	120
25	Polinización a 1/4 parte del gineceo	120
Polinización libre	Flores libres para observar la polinización natural.	120
Autopolinización	Flores embolsadas para evitar polinización cruzada	120

El diseño experimental fue en bloques al azar con 6 repeticiones de 20 flores cada una, tomando a cada flor como una unidad experimental. El porcentaje de amarre se midió a los 50 días. A partir de los 10 días después de amarre se colectaron 6 frutos de los tratamientos de polinización 100, 75, 50 % y 3 de los tratamientos 25 % y polinización natural, esto por el menor número de frutos amarrados por los últimos tratamientos. El diseño experimental empleado para obtener el patrón de crecimiento fue completamente al azar con diferente número de repeticiones.

Obtención de muestras.

Se licuó la pulpa sin semilla de frutos para lograr homogeneizarla. Posteriormente se pesaron 5 g de pulpa y se le adicionaron 50 ml de etanol 80 %. Esta mezcla se calentó a fuego lento hasta su ebullición durante 5 minutos (solución madre). Esto con el fin de remover todas las sustancias fenólicas y azúcares totales, reductores y no reductores del residuo sólido del material vegetal (Waterman y Mole, 1994).

A los frutos de cada tratamiento se les proceso para obtener el contenido de compuestos fenólicos (Waterman y Mole, 1994), azúcares totales (Whitam, 1971) y azúcares reductores (Gutierrez *et al.*, 1995).

Patrón de crecimiento.

El patrón de crecimiento se determinó al evaluar el aumento de peso, diámetro y longitud de los frutos para cada fecha de muestreo, analizando si existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y entre fechas de colecta.

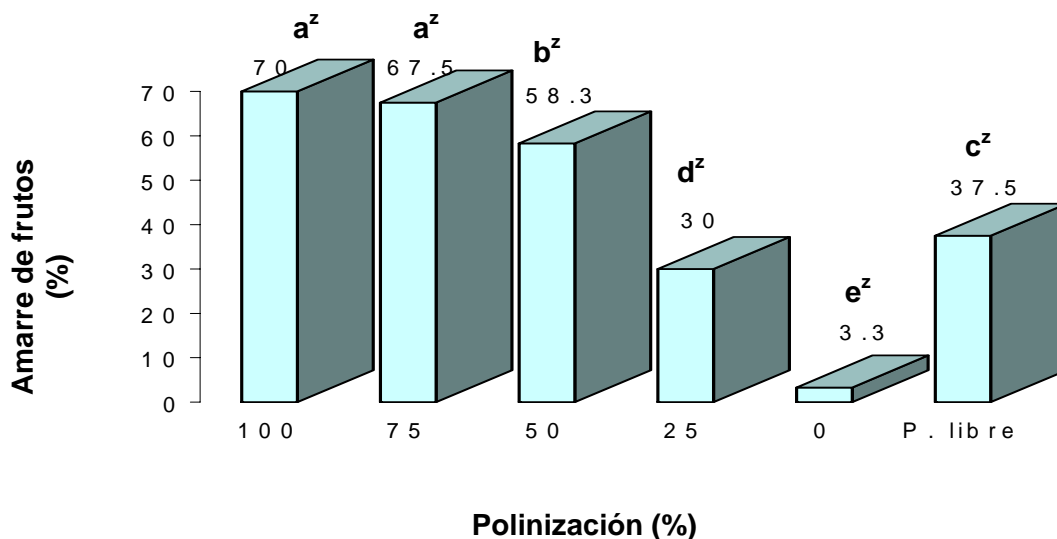
Calidad del fruto.

En madurez de cosecha, a 150 días después de amarre, se cosecharon 8 frutos para los tratamientos 100, 75 y 50 % de polinización y 4 frutos para los tratamientos 25 % y polinización natural. Se evaluó su forma en simetría radial, bilateral o asimetría (Higuchi *et al.*, 1998), aplicando la prueba de Kruskal-Walis (alfa 0.05) para determinar la calidad del fruto en cuanto a esta característica. En madurez de consumo, a estos frutos se les determinó el contenido de azúcares, compuestos fenólicos con los métodos ya indicados, así como el porcentaje de los componentes del fruto, pulpa, semilla, receptáculo y cáscara, en relación con el peso total del fruto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Amarre de frutos.

Los tratamientos 100 y 75 % presentaron un porcentaje de amarre de 70 % aproximadamente (Figura 1). Esto concuerda con lo encontrado por Martínez y Vidal (1993) quienes encontraron 65 % de amarre debido a la polinización manual y con Nakasone y Paull (1997) quienes señalaron valores de 80 % de amarre con el empleo de esta técnica. Durante la polinización manual se registraron 21 °C y 89 % de humedad relativa, lo cual pudo influir en el alto porcentaje de amarre con la polinización natural (38 %). Esto porque en guanábano Martínez y Vidal (1993) reportaron 25 % y Rubí (1994) en chirimoyo encontró 8 % de amarre bajo condiciones de polinización natural. Estas mismas condiciones ambientales, debieron influir positivamente en la aplicación de la técnica de polinización manual (Nakasone y Paull, 1997).

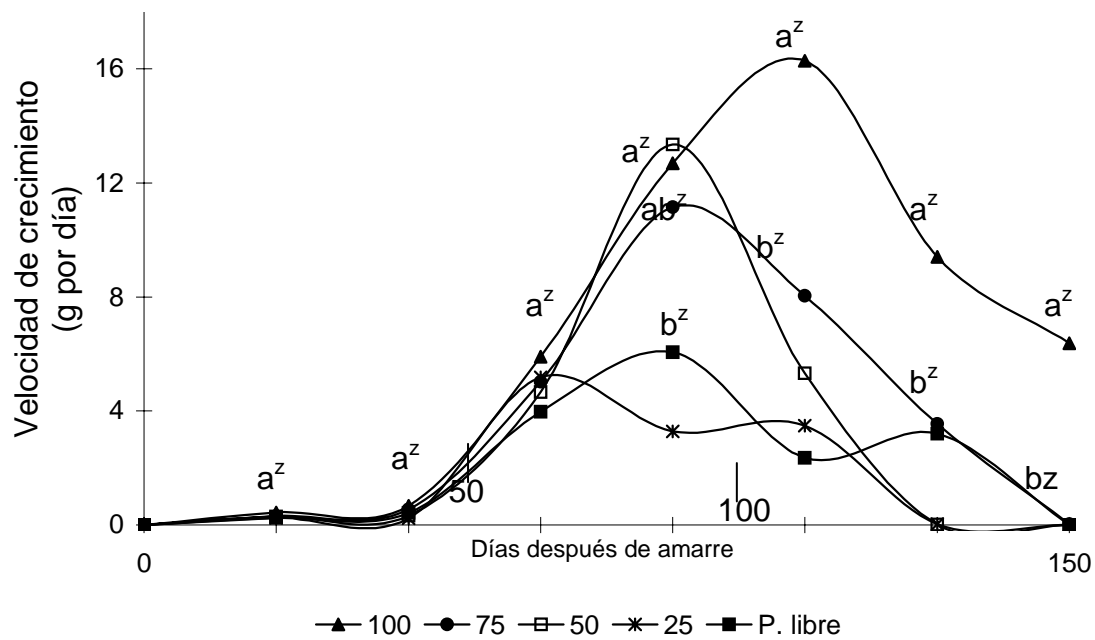


^z Columnas con letras iguales, manifiestan igualdad de Tukey al 0.05

Figura 1. Porcentaje de frutos amarrados en función de la polinización manual en *Annona muricata* L. en la finca "Las Liliás", Teapa, Tabasco.

Velocidad de crecimiento.

La curva de la velocidad de crecimiento determinada por el peso (Figura 2), muestra que los frutos de todos los tratamientos presentaron un lento crecimiento en la segunda fecha de muestreo, 35 días después de amarre (Figura 3). Esto es más significativo en los tratamientos 100 y 75 % debido a la mayor magnitud de su crecimiento inicial.



^z Medias con letras iguales en el sentido del tiempo después de amarre manifiestan igualdad en la prueba de Tukey al 5 %.

Figura 2. Velocidad de crecimiento de frutos de *Annona muricata* L. determinada por el peso.



Figura 3. Frutos de *Annona muricata* en la segunda fecha de muestreo.

Se observó que los frutos de los tratamientos 25, 50 %, tienen un crecimiento nulo a partir de los 135 días después de amarre, lo cual puede interpretarse como su llegada a madurez fisiológica, mientras que los frutos del tratamiento 100 % aún presentaban un ligero crecimiento a los 150 días (Figura 4). Esto indica que a un número mayor de frutillos en desarrollo, existe una mayor actividad metabólica, acentuándose la independencia de los frutillos, por lo cual, el patrón de crecimiento acumulado está directamente determinado por el conjunto de frutillos en desarrollo, además del crecimiento del fruto considerado como una unidad.



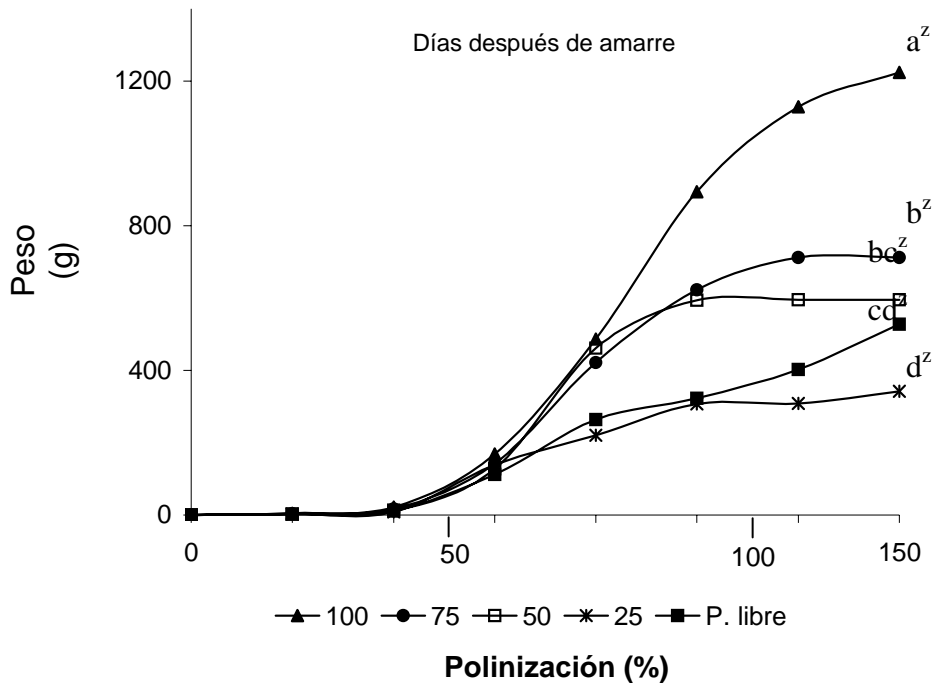
Figura 4. Frutos de *Annona muricata* a 60 días de amarre.

Al analizar el patrón de crecimiento acumulado, determinado por el peso, se encontró que son diferentes significativamente (Cuadro 2), ubicándose al patrón de crecimiento de frutos al 100 % de polinización como diferentes al resto de los tratamientos (Figura 5).

Cuadro 2. Cuadrados medios de las variables determinantes del patrón de crecimiento acumulativo de frutos de *Annona muricata* L.

FUENTE DE VARIACION	G. L.	PESO	DIAMETRO	LONGITUD
MODELO CORREGIDO	34	19893	1818	5308
TRATAMIENTOS	6	1784 ***	238 ***	656 ***
ERROR	133	22	1	3
COEF. DE VARIACION		39.9	14.3	16.9

*** Significativo con alfa = 0.001.



^zCurvas de crecimiento con letras iguales manifiestan igualdad en la Prueba de Tukey al 5 %.

Figura 5. Patrón del crecimiento acumulativo de frutos de *Annona muricata* L. determinada por su peso.

Calidad de frutos

De acuerdo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la simetría de los frutos polinizados presentó una distribución estadística normal y por la prueba de Kruskal-Wallis se observó que el tratamiento de polinización 100 % mostró una mejor calidad de presentación de los frutos respecto a la simetría (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con lo indicado por Nakasone y Paull (1997) quienes indicaron que una deficiente polinización provoca que se desarrollen frutos pequeños y asimétricos, y permiten afirmar que la principal causa de la deformidad de frutos de guanábano es una deficiente polinización (Figura 6).



Figura 6. Fruto de *Annona muricata* polinizado totalmente en madurez de cosecha.

Cuadro 3. Tipo de simetría en frutos de *Annona muricata* L.

POLINIZACION (%)	SIMETRIA OBSERVADA			AGRUPACION ESTADISTICA ^Z	CALIDAD DEL FRUTO *
	RADIAL (%)	BILATERAL (%)	ASIMETRIA (%)		
100	50	37.5	12.5	A	Excelente
75	0	62.5	37.5	ab	Buena
50	0	37.5	62.5	b	Regular
25	0	25	75	b	Regular
P. LIBRE	0	25	75	b	Regular

* Considerando a la agrupación obtenida por la prueba de medias de Kruskal-Wallis al 5 %.

^Z Medias con letras iguales en el sentido de la columna manifiestan igualdad en la prueba de Kruskal-Wallis al 5 %.

En madurez de cosecha se observó que el tamaño y forma de los frutos estuvo positivamente correlacionado con el porcentaje de polinización (Datos no mostrados). El tratamiento 100 % de polinización presentó los frutos de mayor peso, longitud y diámetro (Cuadro 4).

Cuadro 4. Peso, longitud y diámetro de frutos de *Annona muricata* L. en madurez de cosecha.

POLINIZACIÓN (%)	PESO ^z (g)	LONGITUD ^z (cm)	DIAMETRO ^z (cm)
100	1224 a	21 a	12 a
75	690 b	16 ab	10 ab
50	578 b	14 b	9 ab
25	343 b	13 b	8 b
P. LIBRE	527 b	14 b	9 ab

^z Medias con letras iguales en el sentido de la columna manifiestan igualdad en la prueba de Tukey al 5 %.

En madurez de consumo, 10 días después de cosecha, no existieron diferencias significativas entre tratamientos en el porcentaje de los componentes del fruto (pulpa, cáscara, semillas y receptáculo) (Cuadro 5). A pesar de esto, el peso del fruto fue diferente significativamente entre tratamientos, por lo que los frutos procedentes de flores totalmente polinizadas presentan la cualidad de tener mayor peso de pulpa con el mismo porcentaje de semillas, cáscara y receptáculo, los componentes del fruto se mantienen proporcionales, independientemente del grado de polinización que hayan recibido.

El número y peso de semillas fue significativamente diferente entre los tratamientos (Cuadro 6). Los frutos del tratamiento 100 % produjeron cuatro veces mayor número de semillas que los del tratamiento 25 %, lo cual confirma que a mayor grado de polinización en frutos de anonáceas, éstos tendrán mayor peso (Cogez y Lyannaz, 1994) y mejor calidad en su forma (Nakasone y Paull, 1997).

Cuadro 5. Componentes de los frutos de *Annona muricata* L. con diferente grado de polinización, en madurez de consumo.

POLINIZACION (%)	PULPA (%) ^z	RECEPTACULO (%) ^z	SEMILLAS (%) ^z	CASCARA (%) ^z
100	74.1 a	2.82 a	6.6 a	12.5 a
75	73.6 a	2.66 a	5.1 a	14.6 a
50	71.5 a	2.80 a	4.4 a	15.8 a
25	72.9 a	1.87 a	5.0 a	16.2 a
P. LIBRE	70.1 a	1.98 a	5.6 a	19.5 a

^z Medias con letras iguales en el sentido de la columna manifiestan igualdad en la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 6. Número y peso de semillas por fruto de *Annona muricata* L. en madurez de cosecha, en función al grado de polinización.

POLINIZACION (%)	SEMILLAS ^Z		PESO DE SEMILLAS (g) ^Z	
100	83	a	40.0	a
75	51	ab	25.9	ab
50	40	ab	17.6	ab
25	24	b	11.3	b
P. LIBRE	45	ab	19.5	ab

^Z Medias con letras iguales en el sentido de la columna manifiestan igualdad en la prueba de Tukey al 5 %.

Compuestos bioquímicos

Entre tratamientos existieron diferencias significativas en la concentración de azúcares reductores (glucosa), siendo el tratamiento al 100 % de polinización el que observó un mayor contenido (47 mg g⁻¹ de pulpa fresca) que el resto de los tratamientos, en el caso de azúcares no reductores (sacarosa) se presentó una concentración de 152 mg g⁻¹ de pulpa en frutos totalmente polinizados y aunque no fue superior significativamente, si observa una mayor concentración a la presentada por frutos de los demás tratamientos (Cuadro 7). Debido a lo anterior se generó un mayor dulzor en los frutos del tratamiento 100 %, en relación con los frutos procedentes de polinización parcial, tal como lo mencionó Campbell (1979).

Cuadro 7. Contenido de azúcares de frutos de *Annona muricata* L. en madurez de consumo.

POLINIZACION (%)	AZUCARES TOTALES ^{Z*}		AZUCARES REDUCTORES ^{Z*}		AZUCARES NO REDUCTORES ^{Z*}	
100	199	a	47	a	152	a
75	127	a	30	b	96	a
50	114	a	28	b	87	a
25	89	a	30	b	59	a
P. LIBRE	104	a	34	b	70	a

mg por gramo de pulpa fresca

^Z Medias con letras iguales en el sentido de la columna manifiestan igualdad en la prueba de Tukey al 5 %.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de estudio, se puede concluir que la deformidad de los frutos de *Annona muricata* L. y por lo tanto su baja calidad comercial, se debe a deficiencias en la polinización. Esta deficiencia en la polinización provoca una falta de desarrollo de la semilla, la cual es una estructura importante en el desarrollo del fruto.

La polinización libre produjo resultados similares, en cuanto a calidad del fruto, a aquellos producidos por la polinización al 50 %. Esto significa que la eficiencia de la polinización natural no es óptima para la producción comercial de la guanábana en la región y bajo las condiciones de estudio.

Los frutos provenientes de gineceos con 100 % de polinización siempre presentaron las mejores características morfológicas y bioquímicas para su comercialización.

LITERATURA CITADA

- Campbell C.W. 1979. Effect of gibberellin treatment and hand pollination on fruit-set of atemoya (*Annona hybrid*). Proc. Trop. Region Amer. Soc. Hort. Sci. 23: 122-124.
- Chadler W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. UTEHA. México. pp.390-396.
- Cogez X. and J.P. Lyannaz. 1994. Hand pollination in sugar apple. Fruits 49(5-6): 359-360.
- García M.E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopen. 4ª Ed. D.F., México. 217 pp.
- Gutiérrez R.M., R. San Miguel C., T. Nava S. y A. Larqué-Saavedra. 1995. Métodos avanzados en fisiología experimental. Programa de Botánica. IRENAT. C.P. Montecillo, México. 119 pp.
- Higuchi H., N. Utsunomiya and T. Sakuratani. 1998. High temperature effects on cherimoya fruit set, growth and development under greenhouse conditions. Sci. Hort. 77: 23-21.
- Ito P.J. and R.A. Hamilton. 1990. Fruits and nuts for the tropics with potential for improvement and increase importance. Acta Hort. 269: 113-117.
- Manica I. 1997. Taxionomia, morfologia e anatomia. In: Reboucas S.J., I. Vilas B., O. Magalhaes M. e T. Hojo R. (Eds.) Anonáceas. Produção e mercado. (Pinha, graviola, atemóia e cherimóia). UESB. Bahia, Brasil. pp. 20-35.
- Martínez H.M.J. y L. Vidal H. 1993. La polinización manual y su efecto en el amarre, tamaño y forma de los frutos en guanábana (*Annona muricata* L.). Resúmenes V Congreso Nacional de Horticultura. SOMECH. Veracruz, México. p 109.
- Mosca J.L., R.E. Alves, Heloisa Filgueiras and J. Ferreira O. 1997a. Determination of harvest index for soursop fruits (*Annona muricata* L.). Memorias del Congreso Internacional de Anonáceas. Chapingo, México. pp. 315-322.
- Nakasone H.Y. and R.E. Paull. 1997. Tropical fruits. CAB International. USA. pp. 45-75.

- Pinto A.C. e P.J. Genú. 1984. Contribução ao estudo técnico científico da graviola (*Annona muricata* L). Anais do VII Congresso Brasileiro de Fruticultura. 2: 529-546.
- Podoler H., I. Galon and S. Gazit. 1985. The effect of atemoya flowers on their pollinators: Nitidulid beetles. Acta Ecologica. 6(3): 251-258.
- Rubí A.M. 1994. Polinización manual de chirimoya y su relación con amarre, tamaño del fruto y rendimiento. Memoria 1994. FSSC-CICTAMEX. Coatepec Harinas, México. pp. 161-169.
- Vidal H. L. 1981. Efecto de los reguladores de crecimiento en la formación de frutos partenocárpicos en guanábana (*Annona muricata* L.) Tesis profesional. UACH. Chapingo, México. 85 pp.
- Vidal H.L. y D. Nieto A. 1997. Diagnóstico técnico y comercial de la guanábana en México. Memorias del Congreso Internacional de Anonáceas. Chapingo. México. pp. 1-18.
- Waterman P.G. and S. Mole. 1994. Analysis of phenolic plant metabolites. Blackwell Scientific Pub. U.K. pp. 84.
- Whitam F.D., D.F. Blaydes and R.M. Devlin. 1971. Experiments in plant physiology. Van Nostrand Reinhold C. New York, USA. 245 pp.
- Worrell D.B., C.M.S. Carrington and D.J. Hubert. 1994. Growth maturation and ripening of soursop (*Annona muricata* L.) fruit. Sci. Hort. 57: 7-15.