

CRECIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTOS DE *Annona muricata* L. CON DIFERENTE INTENSIDAD DE POLINIZACIÓN

FRUIT GROWTH AND QUALITY OF *Annona muricata* L. AT DIFFERENT POLLINATION INTENSITIES

Omar Franco-Mora^{1*}, Jesús Jasso-Mata², Eduardo García-Villanueva¹ y Crescenciano Saucedo-Veloz¹

¹ Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Especialidad de Fruticultura. Montecillo, México. C.P. 56230. Correo electrónico: omar-franco@correoweb.com; sauveloz@colpos.mx. ² Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Especialidad Forestal. Montecillo, México. C.P. 56230. Correo electrónico: jejama@colpos.mx

* Autor responsable

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 el crecimiento y calidad de los frutos. Se consideraron guanábanas procedentes de polinización manual controlada a 100, 75, 50 y 25 % del gineceo y polinización libre. La polinización a 100 % generó 70 % de amarre y 67.5 % de frutos cosechados con forma simétrica, radial y bilateral, y con un mayor contenido de azúcares totales (199 mg g⁻¹ pulpa fresca), azúcares reductores (47 mg g⁻¹ pulpa fresca) y azúcares no reductores (152 mg g⁻¹ pulpa fresca) al alcanzar los frutos la madurez de consumo. El peso promedio de estos frutos fue de 973 g, lo cual fue superior al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$), con un porcentaje de pulpa mayor a 70 % del peso fresco total del fruto. La polinización libre produjo frutos de calidad similar a aquellos producidos por la polinización manual a 50 %. En todos los casos el crecimiento acumulativo manifestó un patrón doble sigmoide, y los frutos polinizados a 100 % los que presentaron de manera significativa los mayores valores de peso fresco, longitud y diámetro.

Palabras clave: *Annona muricata*, guanábano, polinización manual, polinización libre, amarre de frutos, simetría del fruto.

SUMMARY

The experimental study was carried out at Teapa, Tabasco, México, during February to August 1999. Soursop (*Annona muricata* L.) flowers were hand pollinated in order to determine the influence of pollination covering on fruit growth and final quality. Hand-pollination treatments covering 100, 75, 50 and 25% of the stigmas with pollen were compared versus open pollinated flowers. Flowers with all the stigmas pollinated presented 70 % of fruit-set and 67.5 % of harvested fruits. Whole-pollinated fruits showed symmetrical shapes and, at maturity, they had highest contents of total (199 mg g⁻¹ fresh pulp), reducing (47 mg g⁻¹ fresh pulp) and not reducing (152 mg g⁻¹ fresh pulp) sugars. Whole-pollinated average fruit weight was 973 g, which was superior to the other treatments ($P \leq 0.05$), reaching over 70 % of fresh pulp of total fruit weight at maturity. Open pollination resulted in fruits of similar quality to those with 50 % of the stigmas hand-pollinated. Growth pattern of soursop fruits corresponds to a double sigmoidal. Whole-pollinated fruits grew more than

all of the other treatments ($P \leq 0.05$), which explain differences in fruit fresh weight, length and diameter.

Index words: *Annona muricata*, soursop fruit, hand-pollination, open pollination, fruit-set, fruit symmetry.

INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata*) presenta un amplio potencial frutícola en el mercado internacional (Ito y Hamilton, 1990). En México se cultiva en aproximadamente 5 000 ha, distribuidas en pequeñas superficies y huertos familiares (Vidal y Nieto, 1997). Sin embargo, su consumo como fruta fresca se limita a 6 % de la producción total, principalmente por la mala presentación comercial de los frutos, los cuales en un alto porcentaje presentan formas asimétricas (Vidal y Nieto, 1997) y por su corta vida postcosecha (Mosca *et al.*, 1997). La asimetría del fruto ha sido atribuida a una deficiente polinización (Nakasone y Paull, 1998), a un desarrollo heterogéneo de los pistilos (Vidal, 1981), e incluso al ataque de insectos (Chadler, 1962).

El gineceo de *Annona muricata* es apocárpico, formado por numerosos pistilos (Manica, 1997). Cuando no existe polinización y fecundación en alguno de ellos, no se forma la respectiva semilla; como consecuencia el carpelo no se desarrolla, y se deprime esa parte de la superficie del fruto (Nakasone y Paull, 1998).

Los procesos de polinización y fecundación en guanábana son limitados por fenómenos característicos de su flor. Ésta es protógina (Worrell *et al.*, 1994); además, en preantesis y antesis temprana presenta una estructura morfológica cerrada que dificulta la polinización por el viento e insectos relativamente grandes (Cogez y Lyannaz, 1994); no produce néctar y presenta el fenómeno de heterostilia

(Pinto y Genú, 1984). Estos factores en conjunto presentan un obstáculo para que los granos de polen viables lleguen a los estigmas cuando éstos aún se encuentran receptivos (Pimienta, 1987).

Por otro lado, se ha observado que las condiciones ambientales influyen significativamente en la polinización; y que ésta en forma natural en *A. muricata* se lleva a cabo principalmente por insectos nitidulidos (Nakasone y Paull, 1998). Observaciones de Podoler *et al.* (1985) indicaron que se requiere de al menos cuatro coleópteros polinizadores por flor para generar un fruto de forma regular.

Debido a esta problemática 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 (Cruz y Torres, 1988). Aunque algunos autores indican que la técnica de polinización artificial en anonáceas no está totalmente justificada (Schroeder, 1971; Nakasone y Paull, 1998), 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 la calidad de los frutos de estas especies. La calidad en frutos de anonáceas está definida por el peso del fruto, resistencia de la epidermis, porcentaje de los componentes del fruto, número de semillas en 100 g de pulpa fresca, relación sólidos solubles:acidez titulable y susceptibilidad a plagas y enfermedades (Hermoso *et al.*, 1997).

Lederman y Bezerra (1997) encontraron que en el género *Annona* a mayor número de semillas, mayor será el peso de la pulpa y consecuentemente el tamaño y peso del fruto. Campbell (1979) y Yang (citado por Nakasone y Paull, 1998) indicaron que además del menor tamaño de las guanábanas sin semilla, éstas presentan características menos agradables al paladar respecto a las frutas con semilla.

Tomando en consideración la importancia de obtener frutos de *A. muricata* de alta calidad para su venta en fresco, el objetivo de este trabajo fue conocer los factores que influyen en la forma y algunas características organolépticas del fruto, considerando que la calidad del mismo está en función de su constitución química, tamaño, forma y sanidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase de campo se realizó durante los meses de febrero a agosto de 1999, en la Finca "Las Liliás" en Teapa, Tabasco, localizada a 17° 42' 47" L.N. y 92° 57' 53" L.W., cuyo clima es cálido húmedo con lluvias todo el año (García, 1988). Los árboles empleados son injertos del

material denominado "Clon 10" y se encuentran distribuidos en marco real a 6 X 6 m.

La polinización manual se llevó a cabo del 15 al 19 de febrero, con la siguiente metodología: el polen se colectó de las 6 a las 7 a.m., se eligieron estambres de flores totalmente abiertas (estado macho) con los pétalos próximos a la abscisión. Los estambres se depositaron en pequeñas cajas negras, en donde se agitaron con el fin de extraer los granos de polen. Previa selección de flores próximas a la antesis, fase en la cual los estigmas se encuentran receptivos y los estambres aún no se encuentran fisiológicamente maduros (Manica, 1997), se procedió a polinizar a cada una de ellas con la ayuda de un pincel de pelo suave. La polinización manual se realizó entre las 7:00 y 8:30 a.m. Los tratamientos: 100, 75, 50 y 25 % de polinización, se formaron al dividir el gineceo en cuatro cuadrantes del mismo tamaño; esta división consistió en dos líneas imaginarias perpendiculares entre sí que se cruzan en el ápice del gineceo. Cada cuadrante representó 25 % del gineceo y se aplicó el polen en 1, 2, 3 ó 4 cuadrantes, dependiendo del tratamiento. Durante los días en que se polinizó se registró la temperatura y humedad ambientales con un higrotermógrafo digital (Taylor M/M5368).

El diseño experimental fue en bloques al azar con seis repeticiones de 20 flores cada una, tomando a cada flor como una unidad experimental. El porcentaje de amarre se midió semanalmente y el porcentaje final se determinó 50 días después de la polinización (DDP). La comparación de medias se realizó empleando la prueba de Tukey; adicionalmente, se empleó la prueba de ji-cuadrada para comparar las flores polinizadas con los frutos amarrados. A los 30 DDP se marcaron los frutos que se emplearían para determinar el crecimiento y calidad, tomando a esta fecha como fecha de amarre. Los frutos se colectaron a los 10, 35, 60, 85, 110, 135 y 150 días después del amarre (DDA); se tomaron 6 frutos de los tratamientos 100, 75 y 50 %, y 3 de los tratamientos 25 % y polinización libre. El diseño experimental empleado para obtener el patrón de crecimiento fue completamente al azar con diferente número de repeticiones.

A los frutos de cada tratamiento se les determinó el contenido de compuestos fenólicos, azúcares totales y azúcares reductores y no reductores.

Obtención de muestras

Se licuó la pulpa sin semilla de los frutos para 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), con el fin de remover todas las sustancias

fenólicas y azúcares del residuo sólido del material vegetal (Waterman y Mole, 1994).

Compuestos fenólicos

Se emplearon tres repeticiones por muestra, cada repetición constó de 0.2 mL de la muestra madre más 12 mL de agua desionizada. Esta solución se mezcló y se adicionó 1 mL del reactivo Folin Ciocalteu (Sigma) y se mezcló nuevamente en un agitador (Lab-line). Después de 1 minuto se adicionaron 3 mL de solución de carbonato de sodio a 20 % y se mezcló nuevamente. Se aforó con agua desionizada a 20 mL, procediendo a agitar. La muestra se dejó reposar por 30 minutos y finalmente se midió la absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro Spectronic 20. La curva patrón se realizó empleando ácido tánico (Sigma), al que se aplicaron los mismos pasos de las muestras problema (Waterman y Mole, 1994).

Azúcares totales

Se empleó el método de antrona descrito por Witham *et al.* (1971). De la solución madre se tomó 1 mL y se evaporó en baño maría; posteriormente se diluyó en 100 ó 175 mL de agua destilada, según el contenido de azúcares presentes en el fruto, y se tomó 1 mL por repetición de solución; se colocaron tres repeticiones por muestra en tubos de ensaye, ajustando a 3 mL de agua destilada. Los tubos se colocaron en baño de agua fría y a cada uno se le agregaron con pipeta 6 mL de la solución de antrona (Merck). Posteriormente los tubos de ensaye se colocaron en baño maría con agua a ebullición por tres minutos; pasado este tiempo se enfriaron en agua y se leyó la absorbancia a 600 nm en un espectrofotómetro Spectronic 20. Para la realización de la curva patrón se empleó glucosa (Merck) tratada con el mismo procedimiento.

Azúcares reductores

Para obtener el contenido de azúcares reductores, se utilizó el método de Nelson descrito por Gutiérrez *et al.* (1995). De la solución madre se tomó 1 mL por muestra y se depositó en tubo de ensaye hasta su evaporación en baño maría. Las muestras se diluyeron en 100 o 132 mL de agua desionizada de acuerdo con la cantidad de azúcares presentes. De esta solución se tomaron tres repeticiones de 1 mL, que se depositaron en un tubo de ensaye y se ajustó a un pH de 7. A cada muestra se le agregó 1 mL del reactivo C de Nelson. Las muestras se agitaron y se llevaron a ebullición en baño maría durante 30 minutos. Posteriormente se enfriaron en agua helada y se adicionó 1 mL de arsenomolibdato de amonio. Se agitaron y se aforó a 10 mL con agua bidestilada, procediendo a agitar, para finalmente leer en un espectrofotómetro Spectronic Genesis a

540 nm de absorbancia. Para la curva estándar se empleó glucosa (Merck), a la que se le aplicaron los mismos pasos que para las muestras analizadas.

Azúcares no reductores

Esta variable se obtuvo al restar el contenido de azúcares reductores al contenido de azúcares totales; se consideró como contenido de sacarosa, en mg g⁻¹ de pulpa fresca.

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. Las curvas de la velocidad de crecimiento se obtuvieron al dividir la ganancia en peso de una fecha de muestreo a la inmediata posterior, entre el número de días transcurridos entre estas fechas; los datos se reportaron como g día⁻¹.

Aspectos de calidad del fruto

En madurez de cosecha, a 150 días después del amarre, se cosecharon 8 frutos para los tratamientos 100, 75 y 50 % de polinización y 4 frutos para los tratamientos 25 % y polinización libre. Se evaluó la variable forma de fruto en tres intervalos, simetría radial, bilateral y asimetría (Higuchi *et al.*, 1998), aplicando la prueba de Kruskal-Wallis ($P \leq 0.05$) (Ramírez y López, 1993), con el paquete estadístico SPSS 8.0 (SPSS, Inc.). A estos frutos en madurez de consumo se les determinó el contenido de azúcares, compuestos fenólicos, así como la partición de biomasa del fruto (pulpa, semilla, receptáculo y cáscara), en relación con el peso fresco total del fruto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Amarre de frutos

Los tratamientos 100 y 75 % presentaron un porcentaje de amarre superior a 65 % (Cuadro 1). Martínez y Vidal (1993), también encontraron 65 % de amarre debido a la polinización manual, y Nakasone y Paull (1998) indican valores de 80 % de amarre con el empleo de la polinización manual. Al momento de la polinización se registraron 21 °C de temperatura y 89 % de humedad relativa, lo cual pudo influir en el alto porcentaje de amarre obtenido con la polinización libre (38 %). Según Martínez y Vidal (1993), en guanábana ese valor es de 25 %, y de acuerdo con Rubí (1994) en chirimoyo hay 8 % de amarre en condiciones de polinización libre.

Cuadro 1. Amarre de frutos de *Annona muricata* L. en función del grado de polinización.

Polinización (%)	Flores polinizadas	Amarre (%)	Frutos amarrados
100	120	70.0a	84a ^{&}
75	120	67.5a	81a
50	120	58.3a	70b
25	120	30.0b	36d
0	120 ^{&}	3.3c	4c
P.Libre	120 ^{&&}	37.5b	45c
D.M.S. (0.05)		12.5	
C.V. (%)		15.77	

[&] Flores embolsadas para eliminar polinización cruzada; ^{&&} Flores libres para observar polinización natural.

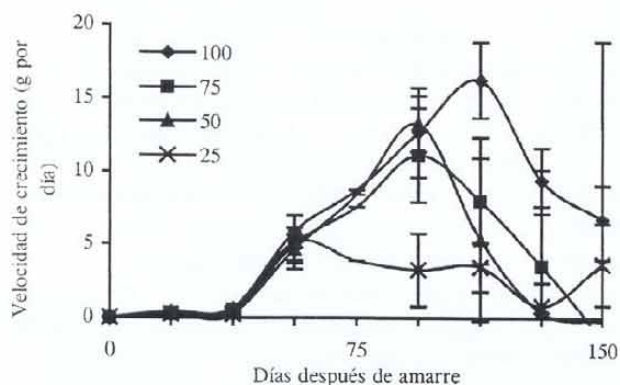
[†]Medias con letras iguales en cada columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

[‡]Medias con letras iguales en las columnas no son estadísticamente diferentes (Ji-cuadrada, 0.05). Flores polinizadas (esperado):frutos amarrados (observado).

D. M. S.: Diferencia mínima significativa; C V: Coeficiente de variación.

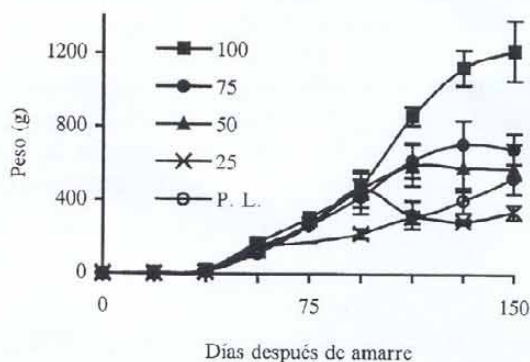
Velocidad de crecimiento

Las curvas de velocidad de crecimiento manifestaron que los frutos de todos los tratamientos presentaron un crecimiento lento hasta 35 días después de amarre; además se observó una mayor ganancia de peso diario en los frutos con 100% de polinización (Figura 1).

Figura 1. Velocidad de crecimiento de frutos de *Annona muricata* L. determinada por su peso, en relación con el porcentaje de polinización manual.

Los frutos de los tratamientos de polinización manual 25 y 50 % dejan de crecer a 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. Esto indica que a un número mayor de frutillos en desarrollo, existe una mayor actividad metabólica y se acentúa la independencia de los frutillos. Es decir, el patrón de crecimiento acumulado (Figura 2), está directamente determinado por el conjunto de frutillos en desarrollo, además del crecimiento del fruto considerado como una unidad.

Figura 2. Patrón del crecimiento acumulado de frutos de *Annona muricata* L. determinada por su peso, en función del porcentaje de polinización manual.

Simetría de los frutos

De acuerdo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Ramírez y López, 1993), la simetría de los frutos polinizados presentó una distribución estadística normal, y por la prueba de Kruskal-Wallis (Ramírez y López, 1993) se observó que el tratamiento de polinización 100 % manifestó mejores características de simetría en la forma del fruto (Cuadro 2), además de ser el único tratamiento en generar frutos con simetría radial. Estos resultados concuerdan con Nakasone y Paull (1998), quienes señalaron que una polinización deficiente provoca que se desarrollen frutos pequeños y asimétricos. Por ello se puede afirmar que la polinización deficiente es la principal causa de la deformidad de los frutos de guanábana.

Cuadro 2. Tipo de simetría en frutos de *Annona muricata* L.

Polinización (%)	Simetría			Calificación de simetría [†]
	Radial (%)	Bilateral (%)	Asimetría (%)	
100	50	37.5	12.5	a [§] Excelente
75	0	62.5	37.5	ab Buena
50	0	37.5	62.5	c Regular
25	0	25	75	c Regular
P. Libre	0	25	75	c Regular

[†] Considerando a la agrupación obtenida por la prueba de medias de Kruskal-Wallis ($P \leq 0.05$).

[§] Medias con letras iguales en cada columna no son estadísticamente diferentes (Kruskal-Wallis, 0.05, para variable no paramétrica).

Cuadro 3. Peso y componentes de frutos de *Annona muricata* L. con diferente grado de polinización, en madurez de consumo.

Polinización (%)	Peso de fruto (g)	Pulpa (%)	Receptáculo (%)	Semilla (%)	Cáscara (%)
100	973 a†	74.1 n.s.	2.82 n.s.	6.6 n.s.	12.5 n.s.
75	545 b	73.6 n.s.	2.66 n.s.	5.1 n.s.	14.6 n.s.
50	447 b	71.5 n.s.	2.80 n.s.	4.4 n.s.	15.8 n.s.
25	260 b	72.9 n.s.	1.87 n.s.	5.0 n.s.	16.2 n.s.
P. Libre	421 b	70.1 n.s.	1.98 n.s.	5.6 n.s.	19.5 n.s.
D.M.S (0.05)	241.8	4.3	2.8	2.2	7.2
C.V. (%)	33	6.2	24.7	54.3	21.2

† Medias con letras iguales en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); n.s. = no significativo.

D.M.S: Diferencia mínima significativa; C.V: Coeficiente de variación.

Componentes del fruto

En madurez de consumo, 10 días después de cosecha, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en el porcentaje de los componentes del fruto, pulpa, cáscara, semillas y receptáculo (Cuadro 3). Pero 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; es decir, los componentes del fruto se mantienen proporcionales, independientemente del grado de polinización que hayan recibido.

El número y peso de semillas también fue significativamente diferente entre los tratamientos (Cuadro 4). Los frutos del tratamiento 100 % produjeron cuatro veces más 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 forma simétrica (Nakasone y Paull, 1998).

Cuadro 4. Número y peso de semillas por fruto de *Annona muricata* L. en madurez de cosecha, en función al grado de polinización.

Polinización (%)	Número de semillas	Peso de semilla (g)
100	83a	40a
75	51ab	26ab
50	40ab	18ab
25	24b	11b
P. Libre	45ab	20ab
D.M.S. (0.05)	47.7	24.4
C.V. (%)	78.4	87.6

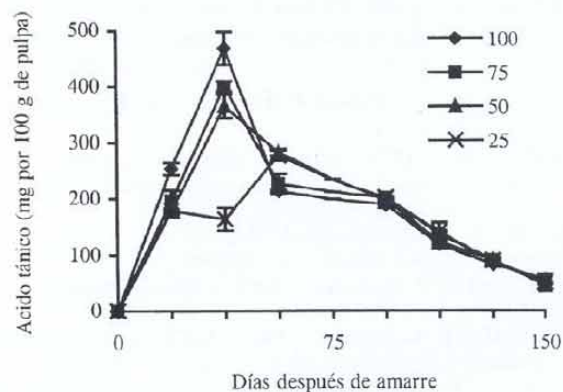
† Medias con letras iguales en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

D.M.S: Diferencia mínima significativa; C.V: Coeficiente de variación.

Compuestos fenólicos y azúcares

En los frutos jóvenes se presentó una acumulación de compuestos fenólicos (Figura 3). Este comportamiento es muy similar al encontrado en *Malus* sp., *Diospyros kaki* y *Fragaria x ananassa*, en los cuales se ha reportado que la concentración más alta de compuestos fenólicos ocurre en frutos jóvenes (Macheix et al., 1990). Por otro lado, la

concentración de azúcares totales, en mg de glucosa por gramo de pulpa fresca, presentó un aumento pronunciado durante los primeros estados de desarrollo y en frutos de 110 días después de amarre (datos no mostrados). Finalmente, en madurez de consumo los frutos totalmente polinizados tuvieron una mayor concentración de azúcares reductores (Cuadro 5), características que deben considerarse para mercado de fruta fresca y de preferencia para frutas dulces.

Figura 3. Comportamiento del ácido tánico durante el desarrollo de frutos de *Annona muricata* L., en función del porcentaje de polinización.Cuadro 5. Contenido de azúcares de frutos de *Annona muricata* L. en madurez de consumo, en diferentes niveles de polinización.

Polinización (%)	Azúcares totales ¹	Azúcares reductores [†]	Azúcares no reductores [†]
100	199 a§	47 a	152 a
75	127 b	30 b	96 b
50	114 b	28 b	87 b
25	89 b	30 b	59 b
Libre	104 b	34 b	70 b
D.M.S (0.05)	57.9	7.1	60
C.V. (%)	43.1	20.3	60

¹ mg por gramo de pulpa fresca.

§ Medias con letras iguales en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

D.M.S.: Diferencia mínima significativa; C.V: Coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

La deformidad de los frutos de *Annona muricata* L. se debe a deficiencias en la polinización. Dichas deficiencias provocan una falta de desarrollo de la semilla y de esa porción del fruto.

La polinización libre produjo en los frutos una forma similar a aquella producida por polinización de 25 y 50 %. Esto significa que en las condiciones de este estudio la eficiencia de la polinización natural no es óptima para la producción comercial de la guanábana en la región.

Los frutos provenientes de gineceos con 100 % de polinización presentaron las mejores características morfológicas y el mayor contenido de azúcares.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la administración del Campus Tabasco del Colegio de Postgraduados, en Cárdenas, Tab. México, el apoyo sustancial para llevar a cabo el proyecto de investigación y así generar la tesis para la graduación del autor principal y el presente artículo

BIBLIOGRAFÍA

- 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. [Trad. J.L. de la Loma]. UTEHA. México. pp: 390-396.
- Cogez, X., and J. P. Lyannaz. 1994. Hand pollination in sugar apple. Fruits 49(5-6): 359-360.
- Cruz C., J. G. y P. A. Torres L. 1988. El Cultivo de la Guanábana: Su Manejo Agronómico. UAM-UV. México. 40 p.
- García M., E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. 4ª Ed. UNAM. D.F., México. 217 p.
- 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 p.
- Hermoso G., J. M. A. Ruiz N., y J. M. Farre M. 1997. El banco español de germoplasma de chirimoya. Memorias del Congreso Internacional de Anonáceas. Chapingo, México. pp: 157-168.
- Higuchi, H., N. Utsumomiya, and T. Sakuratani. 1998. High temperature effects on cherimoya fruit set, growth and development under greenhouse conditions. Scientia 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.
- Lederman, I. L. e J. E. Bezerra. 1997. Indução e polinização de anonáceas. In: Reboucas S.J., I. Vilas B., O. Magalhaes M e T. Hojo R. (eds.). Anonáceas. Produção e Mercado (Pinha, graviola, atemóia e cherimólia). UESB. Bahia, Brasil. pp: 142-149.
- Macheix, J. J., A. Fleuriel, and J. Billot. 1990. Fruits Phenolics. CRC Press. Florida, USA. 378 p.
- 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 cherimólia). 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, H. Filgueiras, and J. Ferreira O. 1997. Determination of harvest index for soursop fruits (*Annona muricata* L.). In: Memorias del Congreso Internacional de Anonáceas. Chapingo, México. pp: 315-322.
- Nakasone, H.Y. and R.E. Paull. 1998. Tropical Fruits. CAB International. USA. pp: 45-75.
- Pimienta B., E. 1987. Polinización y Fecundación en Frutales Perennes. Tema Didáctico No. 4. SARH-INIFAP. México. 27 p.
- Pinto, A. C. e P. J. Genú. 1984. Contribuição 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.
- Ramírez G., M. A. y Q. López T. 1993. Métodos Estadísticos no Paramétricos. UACH. México. 223 p.
- 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.
- Schroeder, C. A. 1971. The Cherimoya in South Africa. Yearbook California Avocado Society 44:47-53.
- 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 p.
- 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. 84 p.
- Whitam, F. D., D.F. Blaydes, and R.M. Devlin. 1971. Experiments in Plant Physiology. Van Nonstrand Reinhold C. New York, USA. 245 p.
- 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.