

# PRODUCCIÓN Y CALIDAD FRUTÍCOLA DE GUANÁBANOS (*Annona muricata* L.) PROVENIENTES DE SEMILLA DE JIUTEPEC, MORELOS, MÉXICO

S. Evangelista-Lozano<sup>1</sup>; J. G. Cruz-Castillo<sup>2</sup>; S. Pérez-González<sup>3</sup>;  
E. Mercado-Silva<sup>3</sup>; G. Dávila-Ortiz<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, UNAM y CEPROBI-IPN, Apdo. Postal #24. Yuatepec, Morelos. C. P. 62731. México. (<sup>1</sup>Autor responsable).

<sup>2</sup>Centro Regional Universitario Oriente. Apdo. 49. Huatusco, Veracruz. C. P. 94100. México. Correo-e: cruo\_uach@iqia.com.mx

<sup>3</sup>Posgraduados en Alimentos. Facultad de Química. UAQ. Querétaro, Querétaro, México.

<sup>4</sup>Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos. E. N. C. B. IPN. C. P. 11340, D. F., México.  
Tel. 0157 296000-62458. Fax 0157 296000-62359

## RESUMEN

Se evaluó la producción y calidad frutícola de 65 árboles de guanábana con 18 años de edad provenientes de semilla con el fin de iniciar trabajos de selección y mejoramiento genético. Se midieron ocho variables vegetativas y frutícolas en 1998: diámetro del tronco, área foliar, peso promedio de fruto-árbol<sup>-1</sup>, producción de frutos-árbol<sup>-1</sup>, sólidos solubles totales y acidez del jugo (ácido málico en %) del fruto en etapa de madurez de consumo, color de la cáscara del fruto al momento de la cosecha (L y Hue). Estos parámetros fueron evaluados por las técnicas de análisis estadístico multivariado de conglomerados (AMC) y canónico discriminante (ACD). Con el AMC se integraron tres grupos de árboles de guanábana, y su caracterización lineal se llevó a cabo mediante el ACD. Los grupos 1 y 3 se conformaron con los árboles de mayor producción con un promedio de 34.2 kg-árbol<sup>-1</sup> y fruta con una cáscara de color verde más brillante. Los guanábanos del grupo 3 presentaron mayor diámetro del tronco (83 cm) y fruta con mayor concentración de ácido málico (1.4 %).

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** frutas tropicales, color del fruto, análisis canónico discriminante, análisis de conglomerados, recursos naturales

## YIELD AND FRUIT QUALITY OF SOURSOP (*Annona muricata* L.) GROWN FROM SEED IN JIUTEPEC, MORELOS, MEXICO

## SUMMARY

It was evaluated the production and fruit quality of 65 18-year-old soursop trees grown from seed with the purpose of initiating selection and breeding studies. Eight vegetative and fruit variables were measured in 1998: trunk diameter, leaf area, average weight of fruit-tree, production of fruits-tree, total soluble solids and fruit juice acidity (malic acid %) at the ripen-for-consumption stage, and fruit skin color at harvest (L and Hue). These traits were evaluated using cluster (C) and canonical discriminant (CD) multivariate statistical analysis techniques. Cluster analysis resulted in three soursop tree groups; their linear characterization was carried out using CD. Groups 1 and 3 included high-producing trees with an average yield of 34.2 kg-tree<sup>-1</sup>; showing a shiny green fruit skin. Soursop trees from group 3 had the largest trunk diameter (83 cm) and the highest malic acid concentration (1.4 %) in the fruit.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** tropical fruits, fruit color, canonical discriminant analysis, cluster analysis, natural resources.

## INTRODUCCIÓN

En México, la guanábana es un frutal en expansión, por el creciente interés de la producción de fruta para el consumo en forma de jugos. La superficie nacional plantada es de 6,010.5 ha, ubicadas principalmente en los estados de Nayarit, Sinaloa, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero,

Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Veracruz y Morelos (Vidal-Hernández y Nieto, 1997).

Los frutos del guanábano son muy perecederos, ya que en cuatro a cinco días después de la cosecha, a temperatura ambiente, muestran ablandamiento y alteraciones en el sabor y color externo e interno.

La producción frutícola por árbol es baja con relación a otros frutales (Cruz, 1996), por lo que el éxito comercial del guanábano depende de una adecuada selección de genotipos con mayor producción y con frutos de calidad. A pesar de que uno de los centros de origen de este frutal es el sur de México y parte de Guatemala (Vavilov, 1994), su mejoramiento genético y las plantaciones intensivas en el estado de Morelos, México, son casi nulos.

Los frutos de guanábana en México, presentan una gran diversidad de genotipos, debido a que la mayoría de las plantaciones están constituidas por árboles propagados por semilla. Sin embargo, esta variabilidad ha sido poco estudiada. Existen algunas investigaciones al respecto, por ejemplo, Ponce (1970) y Vidal-Hernández (1982), seleccionaron preliminarmente árboles sobresalientes por su tolerancia a la antracnosis y buen potencial productivo, respectivamente. En Brasil (Gazel-Filho *et al.*, 1998), Costa Rica (Baranoa y Sánchez, 1992) y en Puerto Rico (Martínez y Asencio, 1997) se han desarrollado programas de selección individual de árboles de guanábana altamente productivos con frutos destinados para la industria; a pesar de lo anterior, en México existen pocos estudios donde se ha evaluado el potencial productivo del guanábano y no se ha considerado la calidad de la fruta (Velasco *et al.*, 1982). En otras investigaciones se encontró que la producción de guanábana por árbol ha sido estimada para los estados de Tabasco (Anónimo, 1995) y Veracruz (Cabrera, 1995).

En estudios de producción frutícola generalmente se utiliza el análisis de varianza que puntualiza a las variables individualmente sin considerar sus relaciones. En el presente estudio, se utilizó el análisis multivariado de conglomerados (AMC) para formar grupos de árboles con características semejantes (Höft *et al.*, 1999) considerando ocho variables medidas, y así determinar algún grupo de guanábanos con características sobresalientes en producción y calidad frutícola a ser utilizado en futuros estudios de mejoramiento genético. Este método también ha sido considerado para obtener grupos de árboles de macadamia con producción frutícola de alta calidad (Cruz-Castillo *et al.*, 1999). Un análisis canónico discriminante (ACD) fue llevado a cabo sobre los grupos de árboles de guanábana formados por el análisis de conglomerados para identificar diferencias entre éstos y determinar las relaciones entre todas las variables medidas dentro de los grupos (Cruz-Castillo *et al.*, 1994). Esta técnica también se ha empleado para evaluar arbustos de kiwi provenientes de semilla con fines de selección parental (Daoyu y Lawes, 2000), y en la selección de portainjertos de kiwi propagados por semilla y esqueje (Cruz-Castillo *et al.*, 1997).

Con base en lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron: evaluar la producción y calidad frutícola de guanábanos en una huerta en Jiutepec, Morelos, México, donde se ha observado variabilidad en producción y calidad frutícola; y agrupar árboles de guanábana con

características similares utilizando el análisis de conglomerados, e identificar sus diferencias con base a la relación existente entre las variables medidas empleando el análisis canónico discriminante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

La situación geográfica de la plantación ubicada en Jiutepec, Morelos, México fue: 18° 50' 40" latitud norte y 99° 10' latitud oeste, a una altitud de 1100 m. El clima se clasificó como semicálido, con lluvias en verano, con presencia de sequía intraestival, precipitación anual de 917.4 mm (Taboada y Oliver, 1996). El suelo es de textura franco arcillosa 30 cm de profundidad.

### Materia vegetal

Los frutos de guanábana fueron obtenidos durante todo el año de 1998, de una huerta con 65 árboles de 18 años de edad, propagados por semilla de frutos provenientes del municipio Emiliano Zapata en el estado de Veracruz. Los árboles estudiados se encontraban establecidos dispuestos en un cuadrado a distancias de 8 x 8 m. Podas de ramas y polinizaciones artificiales de las flores nunca fueron llevadas a cabo en la huerta.

### Variables evaluadas

Diámetro de tronco. Se evaluó a 80 cm desde la base de tronco.

Área de las hojas. Se obtuvo al dibujar cada hoja y encerrarla en un rectángulo, determinando el área y peso de este, para después relacionarla mediante una regresión lineal con el peso de la hoja dibujada (Granados y Tapia, 1990). Se tomaron al azar un total de 30 hojas-árbol<sup>-1</sup> completamente desarrolladas, de los cuatro puntos cardinales, tres veces por año (marzo, julio y octubre), a una altura de 3 m. El valor considerado para los análisis estadísticos fue el promedio de ese número de hojas.

Producción y peso promedio de fruta. Se consideraron los frutos cosechados de cada árbol con peso mayor a 250 g. También se calculó el peso promedio de los frutos cosechados por árbol.

Sólidos solubles totales (SST). Frutos de guanábana cosechados con un color de cáscara verde brillante poco intenso ( $L=44.45\pm4.64$ , y  $Hue=90.05\pm2.1$ ), se transportaron al laboratorio, donde se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1 %, y se agruparon por árbol y almacenaron bajo una temperatura  $23\pm3$  °C y humedad relativa de  $65\pm10$  %. La madurez fue caracterizada por frutos blandos al tacto con una resistencia a la compresión de  $3.14\pm0.9$  N. La compresión fue determinada utilizando un

penetrómetro con puntal plano de 1 cm de diámetro (Chatillon Digital Force- Modelo NC27409, Chatillon Sons, Inc., USA). En frutos maduros se separó la pulpa eliminando la cáscara, semillas y tálamo. Con una malla de tela se extrajo el total del jugo, se tomaron muestras de 3 ml a las que se determinaron los SST en un refractómetro de mano (American Optical Corporation).

**Acidez.** Considerando estudios previos (Morton, 1966; Lakshminarayana *et al.*, 1974), los resultados de la acidez del jugo se expresaron en porcentaje de ácido málico, y se siguió el método de titulación de la AOAC (1997); las muestras de jugo analizadas fueron de los mismos frutos en los que se evaluaron los SST.

**Color de la cáscara.** Se realizaron lecturas a la cosecha con base a las coordenadas L, a y b, sistema CIE; se empleó un colorímetro Milton Roy (Diana Color Products). Las lecturas se realizaron en tres regiones, la ecuatorial y los dos polos de los frutos. De acuerdo con McGuire (1992), claridad o brillo se expresa como L, y para obtener un solo valor de color, las lecturas de a y b se convirtieron a ángulo de matiz ( $^{\circ}$ Hue), según el diagrama de colores indicado por Voss (1992). Estas determinaciones se hicieron en 3 frutos-árbol<sup>-1</sup> seleccionados al azar, y se obtuvo el promedio para cada uno de los parámetros evaluados.

### Análisis estadístico

Los datos de ocho variables analizadas: diámetro de tronco (cm); área de la hoja (cm<sup>2</sup>); producción (kg-árbol<sup>-1</sup>); peso promedio de frutos-árbol<sup>-1</sup>, porcentaje de SST; porcentaje de acidez; y color de la cáscara (L y Hue) fueron analizados utilizando las técnicas de análisis multivariado de conglomerados (AMC), método de la mínima varianza de Ward; y canónico discriminante (ACD); los procedimientos del SAS Cluster, y Candisc (SAS institute, 1989), respectivamente, fueron empleados para ejecutar estos dos tipos de análisis. El procedimiento GLM del SAS también fue utilizado para el análisis de varianza llevado a cabo sobre los datos de los valores estandarizados en cada una de las dos funciones canónicas. Esto, para determinar diferencias significativas entre grupos mediante pruebas para separar medias (Cruz-Castillo *et al.*, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el análisis multivariado de conglomerados (AMC) se integraron todos los árboles de la plantación en tres diferentes grupos. El número de grupos se obtuvo utilizando los valores cúspide del criterio de AMC y de la probabilidad de la pseudo F (SAS, 1989). El grupo 1, aglutinó casi el 50 % de los árboles medidos, y se caracterizó por presentar los valores más altos en producción, peso promedio de frutos, y SST en comparación con los otros grupos (Cuadro 1). Respecto a los SST del jugo, todos los frutos estudiados (195 en total) presentaron valores entre 11 y 12 % de SST (Cuadro 1). El valor promedio obtenido en este trabajo es bajo en comparación con el indicado por Fiscal (1971), que es de 15.4 %; en tanto que Guerra *et al.* (1994) indicaron valores de 17.32 % para frutos maduros.

En el grupo 2 (Cuadro 1), se conglomeraron los árboles con hojas de mayor tamaño y frutos con mayor porcentaje de acidez, y valor L, y representaron el 35 % del total de los árboles. Las hojas de los árboles estudiados generalmente fueron 7 % más grandes que el tamaño promedio citado por Martínez (1959) y Little *et al.* (1974), en árboles produciendo frutos.

En el presente estudio, se observó que la acidez del jugo fue de 1.2 a 1.4 % de ácido málico (Cuadro 1). Valores similares fueron indicados por Lakshminarayana *et al.* (1974).

De acuerdo a las lecturas del colorímetro los frutos presentaron un color verde brillante y poco intenso a la cosecha, evolucionando a la madurez de consumo a un color amarillo pálido. El promedio de las lecturas de los frutos con madurez de consumo en los tres grupos, fue: L= 46.8 y Hue =95.4°, los valores por grupo aparecen en el Cuadro 1; este color coincide con el indicado por Worrel *et al.* (1994).

Los árboles con mayor grosor de tronco, menor peso promedio del fruto, y menor tamaño de las hojas quedaron incluidos en el grupo 3 (Cuadro 1), y correspondió al 15 % restante de los árboles.

La ACD se utilizó con el fin de diferenciar a los grupos en base a relaciones lineales de los datos (Cruz-Castillo *et*

**CUADRO 1. Grupos de árboles de guanábano resultantes del análisis de conglomerados y valores promedio de las variables medidas.**

Grupo	Número de árboles	Diámetro tronco (cm)	Área de la hoja (cm <sup>2</sup> )	Peso promedio de fruto por árbol (kg)	Producción frutos por árbol (kg)	SST del fruto (%)	Ácido málico del fruto (%)	Cáscara del fruto (L)	Cáscara del fruto ( $^{\circ}$ Hue)
1	34	66.1±7.9 <sup>z</sup>	35.1±6.4	0.5±0.13	38.1±9.5	12.0±0.6	1.2±0.2	46.3±2.7	96.7±2.0
2	21	68.9±7.4	38.7±8.1	0.4±0.11	23.7±8.4	11.0±0.9	1.4±0.3	47.5±3.3	92.9±2.5
3	10	83.3±9.3	30.4±5.9	0.4±0.08	30.4±13.1	11.4±0.3	1.4±0.3	46.8±2.4	96.7±1.5

<sup>z</sup>Valor ± error estándar

**CUADRO 2. Coeficientes canónicos estandarizados (CCE), y coeficientes de correlación (CC) entre funciones canónicas discriminantes (FCD) y las variables medidas en guanábanos**

Variable	FCD <sub>1</sub>		FCD <sub>2</sub>	
	CC	CCE	CC	CCE
Diámetro de tronco	0.50	0.55	0.71	1.02
Área de la hoja	-0.36	-0.36	-0.27	-0.33
Peso de fruto	0.30	-0.12	-0.53	-0.49
Producción de fruta	0.59	0.61	-0.34	-0.08
SST <sup>2</sup> (%)	0.57	0.43	-0.39	-0.16
Ácido málico (%)	-0.45	-0.19	0.42	0.65
Color (L)	-0.34	-0.28	0.24	0.34
Color (°Hue)	0.75	0.99	-0.03	0.08
Varianza (%)	66.00		34.00	

<sup>2</sup>Sólidos solubles totales.

*al.*, 1994). Con los datos obtenidos para las ocho variables evaluadas y los tres diferentes grupos de árboles resultantes, se generaron dos funciones canónicas discriminantes (FCD<sub>s</sub>). Las dos funciones se utilizaron para interpretar los resultados de este análisis debido a su significancia estadística ( $P \leq 0.05$ ). La primera FCD explicó el 66 % de la variación existente entre los tres diferentes grupos de guanábanos lo cual indicó que los guanábanos difirieron principalmente a través de esta función (Cuadro 2).

En los coeficientes canónicos estandarizados de la FCD<sub>1</sub> (Cuadro 2), las variables producción de frutos por árbol y la brillantez del color de la cáscara del fruto (Hue) alcanzaron los mayores valores absolutos. Los valores de estos coeficientes indicaron que la discriminación entre los tres diferentes grupos de guanábanos se encontraba mayormente influenciada por esas variables. Asimismo, en forma individual los coeficientes de correlación de estas variables mostraron alta asociación con la FCD<sub>1</sub> en comparación con el resto de las variables (Cuadro 2). Así, basándose en las ocho variables observadas tanto de forma individual (coeficientes de correlación) como agrupadas (coeficientes canónicos estandarizados), puede decirse que los grupos 1 y 3 presentaron guanábanos con mayor producción frutícola y con cáscara de fruta más brillante. Ambos grupos de árboles de guanábana, podrían considerarse en estudios posteriores de selección de guanábanos con características sobresalientes. En esta función, los grupos 1 y 3 se diferenciaron significativamente ( $P \leq 0.05$ ) del grupo 2 (Cuadro 3). Este último grupo incluyó a los árboles con menor producción de frutos y con cáscara de menor matiz.

El total de árboles evaluados en los grupos 1 y 3 presentaron un rendimiento promedio de 34.2 kg de fruta

por árbol al año (Cuadro 1), que representa un valor anual promedio de 5335.2 kg·ha<sup>-1</sup>, o sea en 156 árboles de 18 años de edad, plantados en marco real a 8 x 8 m. Esta producción frutícola, en general, es semejante a la indicado para varios estados de la república mexicana: Colima, Morelos, Nayarit, Veracruz, Sinaloa, Campeche, Michoacán y Guerrero (Vidal-Hernández y Nieto, 1997; Cruz y Torres, 1988; Velasco, 1982). Yucatán y Jalisco que presentan valores inferiores al que se determinó en este trabajo, 1.0 y 3.8 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Centro de Estadística Agropecuaria, 1995). En estudios realizados en Hawaii (Nakasone, 1972), se han obtenido producciones promedio de 18 t·ha<sup>-1</sup> en árboles al cuarto año de producción; mientras que en Venezuela, el rendimiento anual es de 2 a 2.5 t·ha<sup>-1</sup> (Leal, 1970). En Puerto Rico se considera que una cosecha óptima es aquella que muestra un rendimiento de 5.6 a 9 t·ha<sup>-1</sup> (Cruz y Torres, 1988). Con base en esta información es posible indicar que la producción de frutos de guanábana en la huerta sujeta a estudio coincidió con valores normalmente encontrados en México en guanábanos propagados por semilla bajo ausencia de polinización artificial y poda de ramas. Estas prácticas, se utilizan para elevar el amarre de frutos y controlar el tamaño de los árboles (Cruz, 1996).

En la FCD<sub>2</sub> se explicó el 34 % de la variación entre los tres diferentes grupos de guanábanos. De acuerdo a los coeficientes estandarizados y a los coeficientes de correlación (Cuadro 2), esta función canónica primeramente fue influenciada por las características de grosor del tronco y acidez del fruto. El grupo 3 se diferenció significativamente ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 3) de los otros dos grupos, por presentar árboles con mayor grosor del tronco y frutos de mayor contenido de ácido málico. En contraste, el grupo 1 mostró árboles de menor grosor de tronco con frutos de menor acidez (Cuadro 3).

En la FCD<sub>1</sub>, los grupos 1 y 3, alcanzaron una mayor capacidad de discriminación con respecto al grupo 2 en lo referente a una mayor producción (kg de fruta por árbol) y mayor intensidad en el color de la cáscara del fruto (Figura 1). Así, el grupo 2, caracterizó a los árboles con una menor producción frutícola y baja intensidad de color en la cáscara de los frutos. Los árboles 19, 21, 38, y 56 en el grupo 1, y el árbol 24 del grupo 3 tuvieron valores altos sobre el eje de la FCD<sub>1</sub>. La alta producción y mayor brillantez del color de la cáscara del fruto en el árbol 56 pudieron ser influidas por su

**CUADRO 3. Valores medios estandarizados canónicos de las dos funciones canónicas discriminantes (FCD) en tres diferentes grupos de árboles de guanábano**

Grupo	Número de árboles	FCD <sub>1</sub>	FCD <sub>2</sub>
1	34	1.052 a <sup>2</sup>	-0.791 c
2	21	-2.317 b	0.085 b
3	10	1.291 a	2.511 a

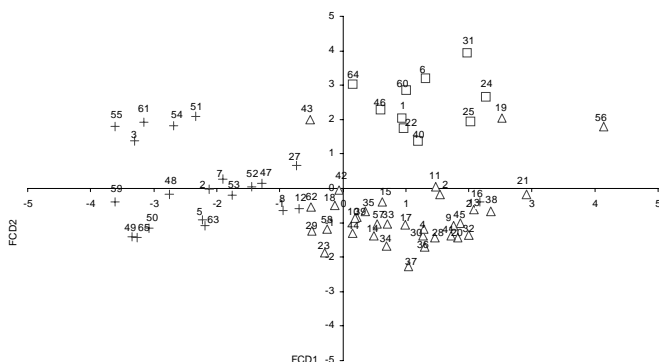
<sup>2</sup>Separación de medias de cada columna por pruebas ortogonales a una probabilidad de  $P \leq 0.05$



aislada ubicación en la huerta al recibir una mayor incidencia de rayos solares en comparación con los otros árboles. En frutos de guanábana, el color de la cáscara puede asociarse con la intensidad luminosa que reciba durante su crecimiento (Mosca *et al.*, 1997). En otros frutales, la intensidad luminosa ha sido relacionada positivamente con la producción de frutos (Stassen *et al.*, 1999). Los otros tres árboles podrían considerarse en posteriores estudios sobre el potencial productivo del guanábano y su calidad frutícola. En contraste, árboles del grupo 2 con los números 3, 49, 55, 59, 61, y 65 mostraron un pobre rendimiento con frutos de apariencia menos brillante al momento de la cosecha. En el eje de la FCD<sub>2</sub>, los árboles de los grupos 1 y 3 se diferencian principalmente por sus valores en el diámetro de tronco y acidez del fruto. En el grupo 3, los árboles 6, 31 y 60 produjeron frutos con mayor porcentaje de ácido málico sobre árboles con un tronco grueso. Asimismo, su producción y brillantez de la cáscara del fruto es alta de acuerdo a la FCD<sub>1</sub>. En Puerto Rico, se han seleccionado guanábanos que producen frutos con jugo de mayor acidez pues presentan un mayor rendimiento industrial en la elaboración de jugos (Cruz y Torres, 1988). El potencial agroindustrial de los frutos producidos en los árboles 6, 31 y 60 podría estudiarse. Con los resultados obtenidos al aplicar el ACD, se pudieron separar individuos que compartieron características agronómicas favorables al fruticultor como es la producción de frutos y color distintivo de la cáscara. La capacidad productiva de los grupos 1 y 3 puede ser utilizado para trabajos de mejoramiento genético y prácticas culturales en guanábana con el fin de elevar la producción de frutos por árbol.

### CONCLUSIONES

Fueron identificados tres diferentes grupos de árboles de guanábana. Dos grupos conformaron individuos con mayor producción caracterizada por frutos con cáscara de color más brillante. Otro grupo, resultó con árboles de mayor diámetro de tronco produciendo frutos con jugo de mayor acidez.



**Figura 1. FCD1: producción de fruto por árbol y brillantez del color de la cáscara de fruto. FCD2: grosor del tronco y acidez del fruto.  $\Delta$  grupo 1, + grupo 2 y • grupo 3.**

### AGRADECIMIENTOS

AICONACYT, por la beca otorgada a Silvia Evangelista, y al Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional, por haber permitido la realización de este estudio en sus instalaciones.

### LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1995. Manual para el cultivo de la guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Tabasco. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Tabasco, México. 10 p.
- AOAC (ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY). 1997. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. 16ª edit. Vol. II, International. Gaithersburg, Maryland; USA. pp. 336-371.
- BARANOA, M.; SANCHO, B. E. 1992. F. Fruticultura Especial. Fascículo 5. Guanábana y Macadamia. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. pp. 11-50.
- CABRERA J., R. I. 1995. Costos de producción de guanábana (*Annona muricata* L.) en policultivo con café, en la zona centro del estado de Veracruz. Tesis Profesional. División de Ciencias Económicas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 70 p.
- CENTRO DE ESTADÍSTICA AGROPECUARIA. 1995. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo 1, Cultivos Perennes. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SAGAR). D. F., México. pp. 526-527.
- CRUZ C., J. G. 1996. Oportunidades de investigación para incrementar la producción del guanábano (*Annona muricata* L.) en México. Memorias de la reunión Recursos Genéticos Potenciales, Tecnologías, Alternativas y Mercados para la Agricultura de la Región Centro Occidente de México. Universidad Autónoma Chapingo. Morelia, Michoacán. pp. 67-73.
- CRUZ C., J. G.; TORRES L., P. A. 1988. El cultivo de la guanábana: su manejo agronómico. Universidad Autónoma Metropolitana-Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 41 p.
- CRUZ-CASTILLO, J. G.; GANESHANANDAMS, S.; MACKAY, B. R.; LAWES, G. S.; LAWOKO, C. R.; WOOLLEY, D. J. 1994. Applications of canonical discriminant analysis in horticultural research. HortScience 29(10): 1115-1119.
- CRUZ-CASTILLO, J. G.; LAWES, G. S.; WOOLLEY, D. J.; GANESHANANDAM, S. 1997. Evaluation of rootstock and 'Hayward' scion effects on field performance of kiwifruit vines using a multivariate analysis technique. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 25: 237-282.
- CRUZ-CASTILLO, J. G.; TORRES-LIMA, P. A.; TORRES R., J. A.; DOMÍNGUEZ M., V. 1999. El análisis multivariado en la selección de frutales con características hortícolas sobresalientes. Curso Internacional de Actualización Frutícola. Memoria XII Curso. La Importancia del mejoramiento genético en frutales. Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX. Coatepec Harinas, México. pp. 27-37.
- DAOYU, Z.; LAWES, G. S. 2000. Manova and discriminant analyses of phenotypic data as a guide for parent selection in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) breeding. Euphytica 114: 151-157.
- FISCAL, T. 1971. Estudio agroindustrial de la guanábana. Tesis Licenciatura. Ing. Agroindustrial. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. Chapingo, México. 135 p.

- GAZEL-FILHO, A. B.; DO NACIMIENTO, T. B.; LIMA, J. A.; DE MENESES, A. E. 1998. Avaliação preliminar de tipos de graviroleiras (*Annona muricata*) em área de Cerrado do Amapá. Resumos XV Congresso Brasileiro de Fruticultura. UFPA, Pócos de Caldas-MG, Brasil. p. 410.
- GRANADOS, S. D.; TAPIA, V. R. 1990. Comunidades Vegetales. Universidad Autónoma Chapingo. México. Colección Cuadernos Universitarios. Chapingo, México. pp. 85-93.
- GUERRA, N. B.; LIVERA, A. V.; ROCHA, J. A.; OLIVEIRA, S. L.; MACIEL, M. I. 1994. Control de la maduración de la guanábana. I Taller Regional de Manejo Postcosecha de Productos de Interés para el Trópico. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 28: 1-14.
- HÖFT, M.; BARIK, S. K.; LYKKE, A. M. 1999. Quantitative ethnobotany. Applications of multivariate and statistical analyses in ethnobotany. People and Plants Working Paper 6. UNESCO. Paris, France. 46 p.
- LAKSHMINARAYANA, S.; VELASCO, J. J.; SARMIENTO, L. F.; ANDRADE, R. 1974. Investigación Preliminar sobre fisiología de post-cosecha e Industrialización de la Guanábana. Comisión Nacional de Fruticultura, México. Serie Investigaciones Fisiológicas No. 4. D. F., México. 11 p.
- LEAL L., J. 1970. Notas sobre la guanábana (*Annona muricata* L.) en Venezuela. Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci. 14: 18-121.
- LITTLE, E. L.; WOODBURY, J. R.; WADSWORTH, F. H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Second Volume. Agriculture Handbook No. 449 U.S. Dep. of Agriculture. San Juan, Puerto Rico. pp. 170-181.
- MARTÍNEZ, G. S.; ASECIO, I. C. 1997. Incidencia de *Bephratoides cubensis* Ashmead y *Apate monacha* (Fabricius) en seis selecciones de guanábana en Puerto Rico. Memorias. I Congreso Internacional de Anonáceas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 247-254.
- MARTÍNEZ, M. 1959. Plantas Útiles de la Flora Mexicana, 2a. Edición. Ed. Botas. D.F., México. 621 p.
- MCGUIRE, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27(2):1254-1255.
- MORTON, F. J. 1966. The soursop or guanabana (*Annona muricata* L.). Proc. of the Fla. State Hort. Soc. 79: 355-366.
- MOSCA, J. L.; ELESBAO, A. R.; FILGUEIRAS, H. A.; FERREIRA, O. J. 1997. Determination of harvest index for soursop fruits (*Annona muricata* L.). Primer Congreso Internacional de Anonáceas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 315-322.
- NAKASONE, H. Y. 1972. Production feasibility of soursop. Hawaii Farm Science 21(1):10-11.
- PONCE, H. M. 1970. Anonáceas: Recursos Genéticos Disponibles en México. Tarcicio Cervantes Santana (ed.). Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 311-320.
- SAS Institute, Inc. 1989. SAS/STAT user's guide: statistics. Version 6. Vols 1 & 2. SAS Institute, Inc., Cary, N. C., USA.
- STASSEN, P. J. C.; SNIJDER, B.; BARD, Z. J. 1999. Results obtained by pruning overcrowded avocado orchards. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 165-171.
- TABOADA, A. M.; OLIVER, R. 1996. Caracterización del clima del estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma de Morelos. Morelos, México. 75 p.
- VAILOV, N. I. 1994. México y Centroamérica como centro básico del origen de la plantas cultivadas del nuevo mundo. Traducción E. Gribovskaia y P. R Ortega. Revista de Geografía Agrícola 20:15-34.
- VELASCO, C. M.; PÁRAMO, R. N.; RODRÍGUEZ, G. C.; VELASCO, C. J. 1982. Producción del guanábano (*Annona muricata* L.) en el estado de Nayarit. Memorias del Simposium La Investigación, el Desarrollo Experimental y la Docencia en CONAFRUT durante 1982. Tomo 4. SAGAR. D. F., México. pp. 367-372.
- VIDAL-HERNÁNDEZ, L. 1982. Resultados preliminares de una huerta fenológica de guanábana (*Annona muricata* L.), Tamarindo, Veracruz. Memorias del simposium La investigación, el Desarrollo Experimental y la Docencia en CONAFRUT durante 1982. Tomo 4. SAGAR. D. F., México. pp 1422-1431.
- VIDAL-HERNÁNDEZ, L.; NIETO A., D. 1997. Diagnóstico técnico y comercial de la guanábana en México. Primer Congreso Internacional de Anonáceas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-18.
- VOSS, D. H. 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Color Chart. HortScience 27(12): 1256-1260.
- WORREL, D. V.; SEAN, C. C.; HUBER, D. J. 1994. Growth, maturation and ripening of soursop (*Annona muricata* L.) fruit. Scientia Horticulturae 57: 7-15.