

# CARACTERÍSTICAS DE HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS ENTRE *Psidium guajava* Y *Psidium guineense*<sup>1</sup>

Antonio Bogantes Arias<sup>2</sup>, Eric Mora Newcomer<sup>3</sup>.

## RESUMEN

**Características de híbridos interespecíficos entre *Psidium guajava* y *Psidium guineense*.** La guayaba (*Psidium guajava*) ha sido la especie de *Psidium* más desarrollada para el consumo de su fruta, en contraste con el güisaro (*Psidium guineense*), una especie que posee similitudes importantes con la guayaba. El objetivo de este trabajo fue medir algunas características en la planta y en la fruta de cuatro híbridos entre las especies *Psidium guajava* y *Psidium guineense*. El experimento se realizó en la Estación Experimental Los Diamantes, ubicada en el cantón de Pococí, Provincia de Limón, Costa Rica. Los tratamientos evaluados fueron cuatro híbridos, distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas en la planta fueron altura, número de ramas, diámetro de copa, número de flores y frutos. En los frutos se evaluó peso, sólidos solubles, pH y número de semillas. No hubo diferencias entre los híbridos para altura de planta ( $p=0,81$ ), diámetro de la copa ( $p=0,37$ ) ni en el número de ramas principales ( $p=0,55$ ). Las plantas híbridas fueron similares al güisaro con respecto a su arquitectura y el peso de la fruta. Las diferencias en el número de flores por planta ( $p=0,03$ ), número de frutos por planta ( $p=0,02$ ) y el número de semillas por fruto ( $p=0,004$ ), se estableció principalmente entre el híbrido de guayaba triploide por güisaro con respecto a los demás híbridos.

**Palabras clave:** guayaba, güisaro, arbusto, brix, acidez.

## INTRODUCCIÓN

La familia Myrtaceae posee alrededor de 133 géneros dentro de los cuales destaca el *Psidium* con especies casi todas comestibles y muy importantes como *P. guajava*, *P. friedrichsthalianum*, *P. angulatum*, *P. cattleianum* y *P. guineense* (León 1987; Mani *et al.* 2011; Rivero *et al.* 2011, 2012 y Oliveira *et al.* 2012).

La importancia del género *Psidium* radica en su diversidad, la cual permite seleccionar y realizar mejoramiento genético. Algunas características importantes usadas en este género como herramientas de mejora, son la resistencia al estrés abiótico, las características de los frutos como tamaño y número de semillas, y el contenido

1 Trabajo realizado dentro del marco del convenio específico para el mejoramiento de especies vegetales entre la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

2 Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. abogantes@inta.go.cr

3 Universidad de Costa Rica, UCR. ERIC.MORA@ucr.ac.cr

de minerales (Caldeira *et al.* 2004). *Psidium cattleianum* es considerada como la especie de *Psidium* que más tolera las temperaturas bajas (-5 °C) mientras que *P. angulatum* es considerada una planta rústica y productiva. También se reporta la tolerancia a nematodos en *P. guineense* (Da Costa *et al.* 2012). Con esas condiciones, los cruces interespecíficos pudieran ser prometedores en la obtención de cultivares con características superiores (González *et al.* 2002).

El güisaro, conocido también como guayabo de sabana es común en todos los países tropicales americanos. Es un árbol pequeño de uno a dos metros de altura y con hojas por lo común pubescentes. Sus frutos son redondos, de tres a cuatro centímetros de diámetro, con pulpa amarilla, ácida y con buen contenido de minerales. Esta especie es muy semejante a la guayaba (Caldeira *et al.* 2004, Da Silva *et al.* 2016), razón probable para explicar que exista hibridación natural hasta en un 40 % entre ambas especies (León 1987, Landrum *et al.* 1995).

La guayaba (*P. guajava* L.) es una especie originaria de Mesoamérica y se desarrolla ampliamente en los trópicos, donde enriquece la dieta de cientos de millones de personas. La fruta se distingue por su sabroso y fresco aroma, un alto contenido de vitamina C y calcio (1900 y 30 ug/mg de fruta fresca, respectivamente) así como apreciable cantidad de vitamina A (250-400 ug/100 g de fruta fresca). Además, posee ácido ascórbico

y hierro (McCook-Russel *et al.* 2012 y Perales *et al.* 2005). La planta es de polinización abierta con gran variabilidad en vigor, tamaño de fruta, brix, color de pulpa y número de semillas.

En guayaba se ha establecido la base técnica para desarrollar cruces y para seleccionar híbridos o sus descendientes con características deseables (Rodríguez *et al.* 2010). En Costa Rica, como parte del trabajo conjunto entre la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología (INTA), se ha usado la técnica de la hibridación controlada para hacer híbridos entre las guayabas introducidas y las criollas y se han obtenido materiales como la guayaba R9-33 de pulpa roja (Bogantes y Mora 2010) así como otros dos materiales (B8-27 de pulpa blanca y R1-22 con pulpa rosada) con buenas características para mesa. Como parte de ese mismo trabajo también se cuenta con plantas de guayaba triploides (3n) las cuales tienen la característica de no poseer semilla, mientras que las guayabas normales o diploides (2n) varían para esa característica (Raman *et al.* 1969). La ausencia o presencia de poca semilla, altos grados brix y un poco de acidez son características importantes que podrían mejorar la calidad de nuevos materiales de guayaba.

Este estudio se planeó con el objetivo de medir algunas características en la planta y en la fruta de cuatro híbridos entre las especies *P. guajava* y *P. guineense*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre abril del 2010 y marzo del 2011 en la Estación Experimental Los Diamantes del INTA, ubicada en Guápiles, cantón Pococí, provincia de Limón, a 249 msnm y con una temperatura mínima promedio de 24,6 °C y una máxima promedio de 29,0 °C. La precipitación promedio anual es de 4300 mm.

Los tratamientos (Cuadro 1), fueron híbridos producidos por polinización manual controlada en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno (EEFBM) de la UCR, como actividad del convenio específico para el mejoramiento de especies vegetales entre el INTA y la UCR.

Cuadro 1. Tratamientos híbridos entre güisaro y guayaba evaluados en la Estación Experimental Los Diamantes. Guápiles, Limón, Costa Rica. 2011.

No. de híbrido o tratamiento	Cruce (F1)
1	Selección R1-22 (2n) <i>Psidium guajava</i> x <i>Psidium guineense</i>
2	Selección R8-27 (2n) <i>Psidium guajava</i> x <i>Psidium guineense</i>
3	Selección R5-13 (2n) <i>Psidium guajava</i> x <i>Psidium guineense</i>
4	Triploide (3n) <i>Psidium guajava</i> x <i>Psidium guineense</i>

2n = guayaba diploide 3n= guayaba triploide.

Los materiales R1-22 (pulpa roja) y R8-27 (pulpa blanca) son guayabas no climatéricas para mesa y la R5-13 es una guayaba climatérica de doble propósito mesa y proceso. El material triploide así como el güisaro son parte del germoplasma presente en la EEFBM.

Con el total de plantas obtenidas en cada híbrido, se usó un diseño de experimento de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se sembraron tres plantas por repetición y todas fueron evaluadas.

Las plantas se sembraron en abril del 2010 a una distancia de 2,5 m entre filas y 2 m entre plantas. Se fertilizaron cada 2 meses a base de 10-30-10 con 30 g por planta antes de la floración y 18-5-15-6-1,2 con 30-45 g por planta después de la floración. Se aplicó cyflutrin + imidaclopir (1 cc pc/litro de agua) cada vez que fue necesario para el combate de insectos chupadores o barrenadores. Para la protección de las plantas se aplicó ocasionalmente sulfato de cobre 80 % (2 g pc/litro de agua). A partir de setiembre (5 meses) se les construyó a los materiales una espaldera para el sostén del eje central de cada planta.

## Variables evaluadas

Altura total de la planta. Se midió en centímetros a los ocho meses después de la siembra (mds). Se hizo con cinta métrica desde la base hasta el ápice terminal.

Diámetro de copa. Se midió en centímetros a los ocho meses después de la siembra (mds). Se hizo con cinta métrica, considerando las ramas más largas.

Número de ramas principales. Se contaron las ramas primarias de cada planta a los ocho meses después de la siembra (mds).

Número de flores por planta. Se contó el total de flores en cada planta entre mayo y setiembre del 2010.

Número y peso (g) de frutos. Se contó el número total de frutos por planta entre setiembre del 2010 y marzo del 2011. Para el peso se tomó una muestra representativa de hasta seis frutos maduros por tratamiento.

Sólidos solubles (Brix) de la pulpa. Se midió en el macerado de cada fruta con un refractómetro manual. La muestra fue de hasta nueve frutas maduras por tratamiento.

Acidez (pH) de la pulpa. Se midió con cintas de papel para cambio de pH, en una muestra macerada de hasta cuatro frutos maduros por tratamiento.

Número de semillas en fruta. Se contó el total de semillas en una muestra de seis frutos.

Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) para las variables excepto peso, brix y pH de fruta en las que no se tuvo una muestra homogénea en su tamaño para todas las repeticiones, debido a problemas en la disponibilidad de la fruta. En los casos en los que se determinó diferencias entre tratamientos se hizo una comparación de medias por Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Compatibilidad de hibridación entre las especies

La hibridación controlada entre las dos especies proporcionó suficiente semilla F1 para establecer el experimento con 12 plantas por tratamiento (Figura 1). En ese sentido Rivero (2011) considera que la guayaba y el güisaro

presentan diversas características anatómicas en común, así como, ciertos rasgos diferenciales que podrían deberse a factores genéticos y agrega que las similitudes permiten inferir parcialmente la cercanía entre éstas especies, un aspecto importante a considerar para hacer cruces en los programas de mejoramiento.



Figura 1. Plantas híbridas de guayaba por güisaro con cinco meses de edad. Guápiles, Limón, Costa Rica. 2011.

### Altura, diámetro de copa y número de ramas

La altura de las plantas no fue diferente ( $p=0,81$ ) entre híbridos y varió poco entre los tratamientos (160-169 cm). El diámetro de la copa también fue similar ( $p=0,37$ ) entre los tratamientos, los cuales se comportaron parecido ( $p=0,55$ ) en el número de ramas principales, valor que osciló entre 5,17 a 6,89 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Altura, diámetro de planta y número de ramas principales en cuatro híbridos de guayaba por güisaro a los ocho meses de edad. Guápiles, Limón, Costa Rica, 2011.

Tratamiento (híbrido)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de ramas
1. Guayaba R1-22 x güisaro	160 n. s.	132 n. s.	5,17 n. s.
2. Guayaba R8-27 x güisaro	160	139	6,17
3. Guayaba R5-13 x güisaro	163	154	6,46
4. Guayaba triploide x güisaro	169	148	6,89

n.s.= Medias todas iguales en la misma columna, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Algunas características de las plantas híbridas (Figura 1, Cuadro 2) fueron similares a las del güisaro (Figura 2), sobre todo la altura y los tallos, estos últimos resultaron flexibles y con crecimiento arbustivo, no ocuparon poda pero sí ocuparon espaldera a los cinco meses de edad para prevenir el volcamiento. Dichas características en las plantas las hace muy similares a la arquitectura del güisaro (León 1987) y no tanto a la de guayaba (Figura 3 a).

Las plantas de güisaro se caracterizan por ser pequeñas, arbustivas y difieren de la guayaba al tener cuatro ramas angulares, poca estructura foliar, ramas flexibles y caídas (Mani *et al.* 2011) (Figura 2). Adicionalmente, el tipo de hoja en las plantas híbridas fue muy similar a la del güisaro con excepción del híbrido entre guayaba triploide por güisaro, cuyas hojas fueron más anchas y redondeadas, más parecidas a la guayaba triploide. Esos cambios en los rasgos morfológicos, tales como el aumento en el tamaño de la hoja, también distinguen a las plantas de guayabas triploides (3n) de las diploides (2n) (Shafaat 1974).

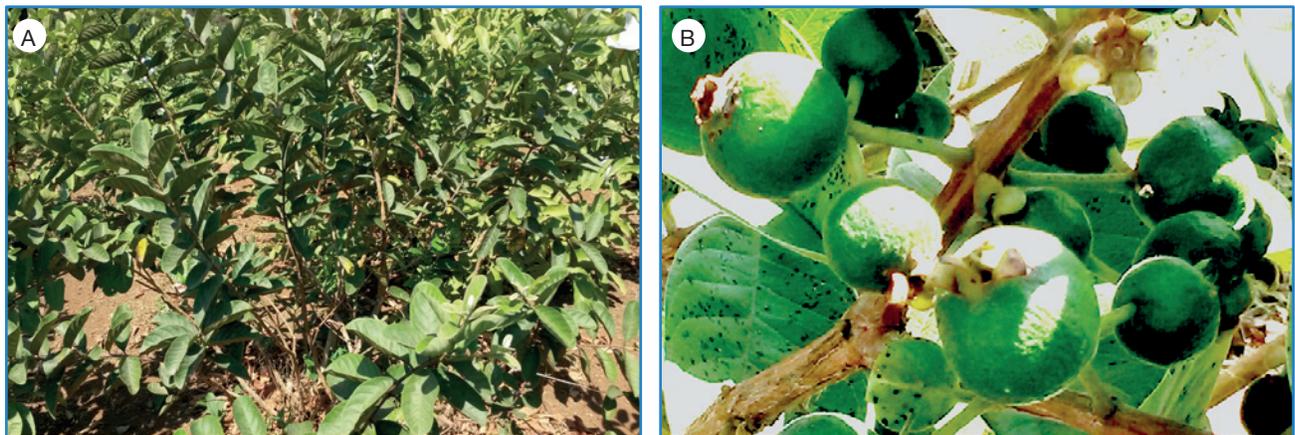


Figura 2. Árboles de güisaro (A) y sus respectivos frutos (B); uno de los progenitores en los híbridos evaluados. Guápiles, Limón, Costa Rica. 2011.

En Cuba se reporta la asociación de la accesión de guayaba “Enana Roja Cubana” con güisaro. Consideran como satisfactoria la hibridación entre guayaba y güisaro en la que los híbridos mostraron las mismas características de porte bajo y alta productividad, por las cuales se destaca dicho cultivar del resto de las accesiones presentes en el país (Valdes-Infante *et al.* 2012).

Es importante considerar que ese tamaño arbustivo de los árboles híbridos podría ser interesante si se piensa en el uso de altas densidades; una técnica de siembra común de los frutales en los últimos años (Avilán *et al.* 2008). No obstante, la flexibilidad de los tallos en plantas jóvenes podría ser una variable a considerar, ya que obligaría a usar espaldera.

## Flores, frutos y semillas

Las diferencias en el número de flores por planta ( $p=0,03$ ), número de frutos por planta ( $p=0,02$ ) y el número de semillas por fruto ( $p=0,004$ ) se dio principalmente entre el híbrido de guayaba triploide (3n) por güisaro con respecto a los cruces con las guayabas R1-22, R8-27 y R5-13 (2n) (Cuadro 3). Para la cantidad de frutos se debe considerar que corresponde a un período corto de evaluación (seis meses).

Cuadro 3. Promedios de flores, frutos por planta y semillas por fruto en cuatro híbridos de guayaba por güisaro. Guápiles, Limón, Costa Rica, 2011.

Tratamiento (híbrido)	Número de flores (4 mds)	Número de frutos (11 mds)	No. Semillas por fruto
1. Guayaba R1-22 x güisaro	26,4 a	5,58 a	22,6 a
2. Guayaba R8-27 x güisaro	19,25 a	5,42 a	19,1 a
3. Guayaba R5-13 x güisaro	31,27 a	7,54 a	23,2 a
4. Guayaba Triploide x güisaro	5,3 b	0,22 b	2,0 b

Medias con la misma letra en la misma columna no difieren entre sí según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

La mayoría de las plantas de guayaba triploides, tienen mucha esterilidad (Shafaat 1974), lo cual explica la poca cantidad de frutos. También se da una degeneración de su óvulo y aborto de los embriones que colapsa la producción de semilla y explica la poca o nula cantidad de semillas en la fruta (Sree y Vijendra 1973).

## Peso, brix y pH de fruta

La cantidad de fruta que se logró cosechar en los diferentes tratamientos, no fue la deseable para el período establecido, debido principalmente a problemas de disponibilidad (merodeo). En el caso del híbrido por la guayaba triploide, solo se evaluó una fruta, debido al problema de baja producción de frutas en este híbrido, ya comentada. Con los datos obtenidos se puede notar también que los pesos de la fruta en los híbridos (de 11 a 15 g) fueron similares a los de la fruta de güisaro (Cuadro 4, Figura 2), que se reporta con un peso entre los 12 y 16 g (Lederman *et al.* 1997). Por otra parte, el peso promedio de las frutas de guayaba R1-22 y R8-27, dos de los respectivos progenitores, son de 275 y 300 gramos, según los datos del proceso de selección en la misma zona Atlántica (Figura 3 b).

Cuadro 4. Promedios de peso, brix y pH en fruta de cuatro híbridos de guayaba por güisaro. Guápiles, Limón, Costa Rica, 2011.

Tratamiento (híbrido)	*Peso (g)	*Brix (°)	*pH
1. Guayaba R1-22 x güisaro	15,4 (n=6)	8,8 (n=6)	3,0 (n=2)
2. Guayaba R8-27 x güisaro	12,8 (4)	9,5 (9)	3,4 (4)
3. Guayaba R5-13 x güisaro	14,0 (6)	8,7 (9)	3,2 (3)
4. Guayaba Triploide x güisaro	10,55 (1)	6,4 (1)	2,75 (1)

\* Promedios no sometidos a ANDEVA.

El brix promedio de los híbridos de guayabas 2n por güisaro osciló entre 8,7° y 9,5°. Importante destacar que en forma individual, algunas plantas alcanzaron alrededor de los 12,0°, tal es el caso de una planta en la repetición 2, del híbrido Guayaba R1-22 x güisaro con 11,4°, la planta de la repetición 2 del híbrido Guayaba R5-13 x güisaro, también con 11,4° así como, dos plantas híbridas de Guayaba R8-27 x güisaro en la repetición 2 con 12,2° y 13,0° respectivamente. Adicionalmente, todas tuvieron un sabor aromático distintivo a las demás frutas.

El valor más bajo de brix (6,4°) se obtuvo en la fruta del híbrido por triploide (Cuadro 4). Si se considera solo el promedio, el brix de las frutas híbridas fue similar a la del güisaro. No obstante, en esa especie ya se han seleccionado materiales con un brix alrededor de los 15° y con más acidez que la obtenida en este estudio (Lederman *et al.* 1997). En el caso de dos de las guayabas progenitoras (R1-22 y R8-27), el brix promedio de sus frutas en el proceso de selección (en el Atlántico), fue de 7° y 9°.



Figura 3. Planta de guayaba R1-22 (A) y sus frutas (B), progenitor en los híbridos de guayaba por güisaro. Guápiles, Limón, Costa Rica. 2011.

Se considera que el contenido de sólidos solubles totales en guayaba debe ser superior a 10° (Fernández y Pérez 2015). En Venezuela, Medina y Pagano (2003), en guayaba criolla de pulpa roja, obtuvieron un brix de 13,82° con un pH de 4,1.

En términos generales se puede afirmar que la hibridación controlada entre guayaba y güisaro es viable. Los híbridos mostraron en promedio características de árbol y fruta muy similares a las del güisaro. No obstante, algunas plantas híbridas en forma individual sobresalieron principalmente

por su brix (12°), sabor aromático y acidez. Dichas plantas serán seleccionadas con el objetivo de sembrar, observar y evaluar sus progenies (F2) para descartar el efecto ambiental y considerar una eventual selección. También será recomendable en algunas de esas plantas híbridas, hacer retrocruces o triples híbridos con guayaba para continuar (en una segunda etapa) con un proceso de selección, en busca de una planta con más arquitectura de guayaba, con fruta mediana o grande, de buen brix, poco aroma, algo de acidez, sin o con pocas semillas.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al señor Felipe Rojas Blanco, técnico asistente del proyecto por su aporte en el mantenimiento y evaluación de los materiales en este estudio.

## LITERATURA CITADA

Avilán, L; Soto, E; Marín, C; Pérez, M; Rodríguez, M; Ruíz, J. 2008. Productividad del mango en una población de alta densidad. *Agronomía Trop.* 58(2):181-191.

Bogantes, A; Mora, E. 2010. Evaluación de cuatro patrones para injertos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Agronomía Mesoamericana* 21(1):103-111.

Caldeira, S. D; Aiko H. P; Lima, M. I; Ramos, I; Mendes, R. M. 2004. Caracterização físico-química do ARAÇÁ (*Psidium guineense* SW.) e do TARUMÃ (*Vitex cymosa* Bert.) do Estado De Mato Grosso do Sul. B. CEPPA. Curitiba 22 (1):141-154.

Da Costa S. R; Santos, C.A.F; Castro, J.M.C. 2012. Assessing *Psidium guajava* × *P. guineense* Hybrids Tolerance to *Meloidogyne enterolobii*. Proc. 3rd IS on Guava and other *Myrtaceae*. Eds.: C.A.F. Santos. Acta Hort. 959:59-66.

- Da Silva, E; Ferreira, R. L; Dos Santos, R.M; Semen, M. L; Ann, V. E. 2016. Diversity and Genetic structure of natural populations of ARAÇÁ (*Psidium guineense* Sw.). Rev. Caatinga, Mossoró 29(1):37-44.
- Fernández, E; Pérez, L. 2015. Mejoramiento genético de guayabo (*Psidium guajava* L.). Review. Cultivos Tropicales 36:96-110.
- González, E; Padilla, J; Reyes, E. L; Perales de la Cruz, M; Esquivel, F. 2002. Guayaba. Su cultivo en México. Libro técnico No. 1. Campo Experimental Pabellón. Aguas Calientes. México. INIFAP 182 p.
- Landrum, L; Clark, D; Sharp, W; Brendecke, J. 1995. Hybridization between *Psidium guajava* and *P. guineense* (Myrtaceae). Economy Botany 49(2):153-161.
- Lederman, I; Silva, M; Alves, M; Bezerra, J. 1997. Selection of superior genotypes of Brazilian guava (*Psidium guineense* S.) in the coastal Wood Forest Region of Northeast Brazil. Acta Horticulturae. 452:95-100.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José Costa Rica. IICA. 359 p.
- Mani, A; Rachana M; Thomas, G. 2011. Elucidation of Diversity among *Psidium* Species using Morphological and SPAR methods. Journal of Phytology 3(8):53-61.
- Medina, M; Pagano, F. 2003. Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo "Criolla Roja". Rev. Fac. Agron. 20:72-86.
- McCook-Russell, K. P; Nair, M. G; Facey, P; Bowen-Forbes C. S. 2012. Nutritional and nutraceutical comparison of Jamaican *Psidium cattleianum* (strawberry guava) and *Psidium guajava* (common guava) fruits. Food Chemistry 134(2012):1069-1073
- Oliveira, V. B; Yamada, L. T; Fagg, C; Brandão, M. 2012. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. Food Research International 48:170-179.
- Perales M. A; Padilla, J S; González, E; Reyes, H. R. 2005. Manual para la producción integral del cultivo de la guayaba. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Aguas Calientes, Zacatecas, México. 79 p.
- Raman, V S; Sree, S R; Manimekalai, G. 1969. Triploidy and Seedlessness in Guava (*Psidium guajava* L.). Cytologia 36:392-399.
- Rivero-Maldonado, G; Pacheco, D; Sánchez, A; Quirós M; Suárez, E; Fuenmayor, J; Sthormes, G. 2011. Análisis preliminar de las características anatómicas foliares de *Psidium guajava* L. y *Psidium guineense* Sw. Rev. Fac. Agron. 28(1):129-138.
- Rivero, G; Salazar, G; Pacheco D; Sánchez A; Quirós M; Sthormes; G. 2012. Relaciones filogenéticas entre especies de *Psidium* (Myrtaceae) presentes en el occidente de Venezuela a partir de secuencias de ADN nuclear (ITS) y plastidial (*trnH-psbA*). Rev. Interciencia. 37(11):838-844.
- Rodríguez, N; Juliette, V; Rodríguez, J; Velázquez, J; Rivero, D; Martínez, F; González, G; Darío, G; González, L; Cañizares, J. 2010. Genetic Resources and breeding of guava (*Psidium guajava* L.) in Cuba. Biotecnología Aplicada. 27(3):238-240.
- Shafaat, M. 1974. Aneuploidy in guava. Biologia Plantarum 16(5):382-388.
- Sree, S. R; Vijendra, L. 1973. Seedlessness in Triploid guava (*Psidium guajava* L.). *Canadian Journal of Genetics and Cytology*. 15:(2)331-334.
- Valdés-Infante, J; Rodríguez, N; Velásquez, J; Sourd, Darío; González, G; Rodríguez, J; Rohde, W. 2012. Herramientas para un programa de mejoramiento genético del guayabo (*Psidium guajava* L.) en Cuba. Agronomía Costarricense 36(2):111-129.