



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**
Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. C. P. 32700

Propuesta a Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba

**Conservación y explotación del papayo silvestre (*Carica papaya* L.) en la
cuenca Almendares-Vento a partir de su caracterización y evaluación**



Autores Principales:

Dr.C. Jesús Rodríguez Cabello; Dr.C. Pedro Rodríguez Hernández; Dra.C María Esther González Vega; Dr.C Pedro Martínez Gómez; Dr.C. Guillermo Gálvez Rodríguez; MSc. Yusnier Díaz Hernández.

**Mayabeque
2018**

3- Comunicación corta:

Título: Conservación y explotación del papayo silvestre (*Carica papaya* L.) en la cuenca Almendares-Vento a partir de su caracterización y evaluación.

INTRODUCCIÓN

El papayo (*Carica papaya* L.), es originario del trópico americano y constituye la tercera fruta tropical de mayor importancia a nivel mundial (Sañudo y Báez, 2014). Esta es una de las especies de interés para la conservación, dado su valor ecológico, alta rentabilidad, aceptación de sus frutos en el mercado y variados usos en la industria (Granado *et al.*, 2015).

En Cuba, la erosión de cultivares locales, baja diversidad en los sistemas tradicionales de cultivo y en el banco de germoplasma, carencia de una tecnología integral y mal manejo de la existente, problemas fitosanitarios, entre otras causas, conyevó a que la producción de papaya sea baja, con altos costos de producción, en comparación con otros países de la región (Cabrera, 2014). De ahí la necesidad de incrementar y conservar la variabilidad genética del germoplasma de papayo utilizable en la isla, mediante la identificación y caracterización de genotipos locales promisorios.

El papayo silvestre, además de su valor ecológico en la conservación y equilibrio de los ecosistemas, poseen características que le permiten vivir en ambientes adversos. Sin embargo, aún no se han caracterizado o evaluado y pudieran ser promisorias para los programas de mejoramiento y para incrementar la diversidad en los sistemas tradicionales de cultivo. De acuerdo a lo antes planteado, los objetivos del presente estudio fueron realizar investigaciones de campo para identificar y evaluar plantas de papayo silvestre en la cuenca Almendares-Vento. Determinar la variabilidad genética de las plantas de papayo silvestre identificadas *in situ*, con el empleo de marcadores moleculares. También, caracterizar y evaluar el papayo silvestre prospectado en un sistema tradicional de cultivo, mediante descriptores morfoagronómicos, observaciones fenológicas e indicadores fisiológicos e incrementar la diversidad local de la especie en sistemas tradicionales de cultivo a partir del papayo silvestre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Investigaciones de campo *in situ*

La prospección del papayo silvestre se realizó en la cuenca Almendares-Vento, perteneciente a la provincia Mayabeque, que ocupa un área de 179 km² (45 %) de su área total. Se empleó el método de Investigación-Acción-Participación (Rodríguez, 2014). Las plantas identificadas se evaluaron de forma individual, con el empleo de descriptores morfoagronómicos del IBPGR (1988) y fotografías digitales.

Caracterización molecular

La caracterización molecular se realizó mediante la técnica del ADN polimórfico amplificado al azar (RAPD), basado en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se utilizaron diferentes cebadores, uno en PCR simple y más de uno en PCR múltiple.

Con las matrices de datos (presencia/ausencia de bandas generada) se determinaron los principales parámetros de diversidad genética para cada cebador y genotipo. Con la matriz binaria generada, se determinó la similitud genética de los genotipos de papayo estudiados, a través del método de las medias aritméticas por grupo no ponderadas (UPGMA), a partir de la matriz de similitud obtenida de la proporción de fragmentos comunes, según el coeficiente de Nei y Li (1979). Estos cálculos se efectuaron a través del programa MEGA 4 (Tamura *et al.*, 2007). La fiabilidad de los grupos obtenidos en el dendrograma se evaluó

mediante el análisis de remuestreo (bootstrap) (2 000 réplicas) con el paquete estadístico TREECON ver.1.3b (van de Peer y De Wachter, 1994).

Caracterización morfoagronómica *ex situ*

Se realizaron durante dos años y dos periodos de siembra, en el área experimental del INCA. Se emplearon descriptores cualitativos y cuantitativos para *C. papaya* (IBPGR, 1988; UPOV, 2010) y de interés (DI), en la caracterización de la especie (Alonso *et al.*, 2008b). Los resultados se interpretaron con la ayuda de imágenes fotográficas, se realizaron ANOVA Trifactorial e intervalos de confianza al 95%, mediante el paquete estadístico (SPSS, 2012).

Observaciones fenológicas

Para las observaciones fenológicas se determinó el tiempo transcurrido desde la siembra de las semillas pregerminadas en bolsas hasta que el 70 % o más de las plantas alcanzaron la fase fenológica de floración, fructificación y maduración del fruto.

Indicadores fisiológicos

Las evaluaciones para determinar la biomasa se realizaron mediante muestreos destructivos al momento del trasplante y en las fases fenológicas de floración y fructificación. La determinación de la superficie foliar para analizar el crecimiento y desarrollo se realizó de forma directa, con auxilio de imágenes fotográficas digitales y un programa para el procesamiento de imágenes (Rincón *et al.*, 2012), con algunas modificaciones.

Incremento de la diversidad local de la especie en sistemas tradicionales de cultivo a partir del papayo silvestre.

Plantas de papayo silvestre se cruzaron con plantas de 'Maradol Roja'. Los cruzamientos se efectuaron siguiendo un diseño de cruzamiento Biparental en ambos sentidos, de acuerdo a los diferentes tipos de flores del cultivar. Las semillas híbridas obtenidas, se sembraron en el área experimental del INCA para su evaluación. Una de las combinaciones se seleccionó de acuerdo a las características morfoagronómicas para su explotación local.

PRINCIPALES RESULTADOS

Investigaciones de campo *in situ*

El estudio etnobotánico reveló el interés de la población local por este recurso fitogenético de alto valor ecológico para la conservación y equilibrio del ecosistema. Se favoreció la prospección *in situ*, que permitió identificar un reducido número de plantas silvestres (24), con alta variabilidad fenotípica, que se conservan aisladas en condiciones adversas, expuestas a impactos antrópicos en un área limitada de la cuenca. Sin embargo, el ecosistema prospectado reúne las características requeridas para ser zona núcleo, que contribuye a la investigación, reproducción y conservación de plantas de papayo silvestre, aspecto significativo en la identificación de genotipos locales promisorios, resultado publicado en Revista mexicana¹.

Caracterización molecular

Los estudios moleculares revelaron en el genotipo papayo silvestre alta variabilidad genética (61,6 %). Además, demostraron que constituye una población con plantas que se reproducen en condiciones adversas, aisladas en *sua* áreas de reproducción natural, lo que hace poco posible que se hayan cruzado con los cultivares evaluados. Estos estudios son *significativo* en la identificación de genotipos locales promisorios, especialmente si se tiene presente que a nivel internacional solamente una parte reducida del acervo genético silvestre ha sido utilizado en la domesticación, resultado publicado en Agricultural Sciences².

Caracterización morfoagronómica *ex situ*

En los descriptores morfoagronómicos se apreció mayor variabilidad fenotípica en el papayo silvestre con respecto a 'Maradol Roja', que pueden ser de interés en los programas de mejoramiento para ampliar la variabilidad genética y fenotípica del germoplasma del cultivo en el país. En este sentido, la mayor longitud de la raíz al momento del trasplante del genotipo silvestre, con respecto a 'Maradol Roja', le concede mayor tolerancia en ambientes adversos, en cuanto a propiedades físicas y nutricionales del suelo, sobretodo en períodos de sequía. Este carácter resulta destacado para la obtención de nuevos cultivares mejor adaptados a las condiciones antes referidas, por ser uno de los aspectos de interés para el mejoramiento del cultivo.

Las plantas del genotipo silvestre florecieron a una altura promedio de 90 cm del suelo. Generalmente, se prefieren cultivares que emiten la primera flor a baja altura, como en 'Maradol Roja', por estar asociado a la precocidad y facilidad de la cosecha con disminución de los costos de mano de obra. Sin embargo, debido a las lluvias o labores de riego, se puede favorecer la diseminación de *Phytophthora* spp. en los frutos, lo que produce afectaciones notables en el rendimiento. Es por ello, que la altura a la primera flor observada en el genotipo silvestre es satisfactoria para las condiciones de Cuba. Además de no dificultar la cosecha, le confiere menor susceptibilidad a infecciones por especies fungosas provenientes del suelo.

El papayo silvestre reveló su alto potencial productivo (82,4 t ha⁻¹ en invierno y 75,4 t ha⁻¹ en verano) con abundantes frutos de alta diversidad en la forma y el tamaño, con predominio en sus características externas, internas y masa acorde con cultivos de alta demanda en el mercado internacional. Este resultado demostró que el papayo silvestre es estable en el rendimiento y se adapta a los sistemas tradicionales de cultivo evaluados en ambos períodos de siembra. El mayor número de frutos por planta en el genotipo silvestre se debió, en gran medida, a sus características genéticas que les permitieron mayor desarrollo floral, con la presencia de pedúnculos dobles que originaron la formación de más de dos flores. A pesar de las diferencias entre los genotipos en estudio para el rendimiento, la evaluación en sistemas tradicionales de cultivo reveló el potencial productivo del genotipo silvestre, hasta ahora subutilizado, y que puede ser de interés para su explotación, con el propósito de incrementar la diversidad en áreas de producción.

Los frutos del genotipo silvestre mostraron altos niveles de °Brix, que está en correspondencia con lo encontrado *in situ* y cultivares de mayor demanda en el mercado internacional. Esto indicó que en el genotipo silvestre existe tendencia hacia el incremento de los SST, quizás por la dominancia de genes que se relacionan con la expresión de este carácter que influye positivamente en la aceptación de los frutos para el consumo fresco. En la actualidad, para la exportación a nivel internacional se requieren cultivares con estas características. El resultado demuestra la posibilidad de cultivar papayo silvestre en áreas aledañas a sus zonas de reproducción natural. Además de contribuir a su conservación, proporcionaría una opción de frutos diferentes en el mercado local donde existe predominio de frutos de mayores dimensiones, lo que a su vez conlleva a una mayor diversificación de la producción.

A pesar de las afectaciones en el genotipo silvestre por el PRSV (87 % y 100 %), este logró la cosecha con valores superiores a 11,5 °Brix en los frutos. Este aspecto es significativo y constituye un objetivo de interés creciente en las ciencias agrarias en la búsqueda de genotipos con mejor comportamiento frente a virus que afectan al cultivo. Resultado publicado en Cultivos Tropicales³.

Observaciones fenológicas e indicadores fisiológicos

Se apreció que el papayo silvestre es de maduración temprana, y que las plantaciones establecidas en verano arribaron a las fases fenológicas en menor tiempo que las de invierno. Este resultado puede estar relacionado con las condiciones climáticas propias del verano, donde la temperatura, humedad e intensidad de luz estimularon el desarrollo en ambos genotipos.

El papayo silvestre produce mayor superficie foliar que 'Maradol Roja', lo que puede estar dado por la forma de la hoja que le confiere mayor área foliar. Esta también pudo influir en los mayores niveles de °Brix apreciados en los frutos del papayo silvestre. En estudios previos se encontró correlación positiva entre el área foliar y la actividad de la invertasa ácida, que es la que favorece la acumulación de SST en los frutos. No obstante estas diferencias, también se apreciaron en la TCC en la fase de floración, que pueden ser debido a la expresión genética. Si bien el fenotipo estuvo influenciado por el período de siembra, el componente genético fue determinante en el comportamiento de ambos, como pudo evidenciarse en los resultados.

La mayor producción de área foliar del genotipo silvestre y similar comportamiento en la masa seca y el resto de los indicadores evaluados, refleja la disponibilidad de recursos durante toda la fase de crecimiento, que se asocia con su rendimiento. Se evidenció la adaptación del genotipo silvestre a las condiciones *ex situ* y la posibilidad de su recomendación para los trabajos de mejoramiento en la búsqueda de nuevos cultivares más productivos. Resultado publicado en la Revista Cultivos Tropicales⁴.

La información brindada a los productores, a partir de los resultados, facilita la planificación de las actividades agrícolas, convenientes para incrementar la productividad con mayor eficiencia en los sistemas tradicionales de cultivo. La metodología empleada, constituye un aporte al conocimiento y a la conservación de los recursos fitogenéticos de papayo silvestre en Cuba.

Incremento de la diversidad local de la especie en sistemas tradicionales de cultivo a partir del papayo silvestre.

El híbrido seleccionado ('Nativo') logró valores promedio de 80,1 t ha⁻¹ en diferentes ambientes de bajos insumos en la cuenca, con frutos de calidad en cuanto a sus características externas e internas, por lo que podría ampliarse su explotación en otras regiones del país. Resultado enviado a la Revista Cultivos Tropicales⁵

CONCLUSIONES

1. Se identifica un reducido número de plantas de *C. papaya* silvestre, con alta variabilidad fenotípica, que constituyen una población, que habita en un área limitada de la cuenca Almendares-Vento, en presencia de impactos antrópicos.
2. Los marcadores moleculares tipo RAPDs detectaron mayor variabilidad genética en *C. papaya* silvestre con respecto a las cultivadas, que permite incrementar la diversidad genética en el banco de germoplasma del cultivo en Cuba.
3. La caracterización y evaluación del genotipo *C. papaya* silvestre *ex situ*, mostró calidad del fruto, rendimiento, características morfológicas y fisiológicas que evidencian su carácter promisorio para los programas de mejoramiento y su empleo en sistemas tradicionales de cultivo.
4. El híbrido `Nativo´ mostró buen comportamiento en diferentes ambientes a nivel local, en condiciones de bajos insumos.