



**Vegetales
y Salud
El Caimito**

CitriFrut

Vol. 32, No. 1, enero-junio, 2015 ISSN 1607-5072

Publicación Científica



**Artículo
Científico
Propagación
del mamey**



**Presencia del pulgón verde en posturas de
pera de Malaca en fase de vivero en la
Isla de la Juventud**



**Evaluación de cuatro cultivares de
acerola para su utilización en Cuba**



CITMA

CERTIFICADO

**Director General/ General Director**

Dr. C. Guillermo R. Almenares Garlobo

Entidad Editora / Editor Entity

Instituto de Investigaciones en
Fruticultura Tropical (IIFT)

Edición y Composición / Edition and Composition

Ing. Yael Vento Oliva

Diseño de Cubierta/ Cover Design

Lic. Nelvin Armando Reyes Rivas

Ing. Yael Vento Oliva

Impresión/ Printing

Empresa de Aseguramiento y Servicios
Imprenta MINAG

Revista Citrifrut versión electrónica

ISSN: 2224-6479

Disponible en: <http://www.actaf.co.cu>;

<http://www.fruticulturacubana.co.cu> (tabla
de contenido)

Esta revista está indizada por:

Sistema Internacional de Información
de la Agricultura para la Ciencia y la
Tecnología (Agris-FAO), Latindex y
Cuba Ciencias.

Inscrita en Registro de Publicaciones Seriadas
No. 03578, Folio 119, Tomo I.

Se permite la reproducción total o parcial de los
materiales aquí publicados mientras que se
indique la fuente.

Agradecimientos / Acknowledgements

Lic. Alicia Jordán González

MSc. Mónica Piniella Gutiérrez

**Instituto de Investigaciones en
Fruticultura Tropical**

Calle 7ma No. 3005 e/ 30 y 32, Playa.

La Habana, CUBA.

Teléfonos: 209 3401 y 202 5526-28

E-mail: desarrollo@iift.co; biblioteca@iift.co

Sitio web: www.fruticulturacubana.co.cu

Comité Editorial/ Editorial Board**Directora Editorial/ Editor Director**

Dra.C. María Eugenia García Álvarez

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA.

Miembros/ Members

Dr.C. Manuel Agustí Fonfría

Universidad Politécnica de Valencia. ESPAÑA

Dra.C. Lochy Batista Le Riverend

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA.

Dra.C. Mayda Betancourt Grandal

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA.

Dr.C. Narciso Nerdo Rodríguez Medina

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA.

Dr.C. Noel Arozarena Daza

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. CUBA.

Dra.C. Caridad González Fernández

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA.

Dr.C. Alfredo Socorro García

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. CUBA.

Dra.C. Gloria González Arias

Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal. CUBA.

Dr.C. Luis Pérez Vicente

Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal. CUBA.

Dra.C. María del Carmen Pérez Hernández

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. CUBA.

Dra.C. Juliette Valdés-Infante Herrero

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA.

Dr.C. Miguel Ángel Vales García

Instituto de Ecología y Sistemática. CUBA.

Colaboradores como revisores científico-técnico/**Specialists that have collaborated as scientific-technical
correctors**

Dra. C. Heyker Lellani Baños Díaz

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. CUBA

Dra. C. Mayda Betancourt Grandal

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

MSc. Alina Beltrán Castillo

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

MSc. Maricela Capote del Sol

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

MSc. Emilio Farrés Armenteros

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

Dra. C. Miriam Fernández Argudín

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. CUBA

MSc. Xenia Ferriol Marchena

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

Dra. C. María Eugenia García Álvarez

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

MSc. Maritza Luis Pantoja

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

Dra. C. Maria de los Ángeles Martínez Rivero

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. CUBA

MSc. Inés Peña Bárzaga

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

Dr. C. Miguel Ramos Leal

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. CUBA

Dra. C. Elein Terry

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. CUBA

Dr. C. Luis Vázquez

Instituto de Investigaciones en Sanidad Vegetal. CUBA

Contenido / Contents

Primer plano / Front page

- La vigilancia tecnológica, una herramienta para el desarrollo de las entidades de ciencia e innovación tecnológica / Technological surveillance, a tool for developing entities of science and technological innovation -3-

Irma Suárez Larrinaga, Sara Artilles Visbal, Alina Beltrán Castillo, María Eugenia García Álvarez, Cira Daysi Sánchez García, Isabel Saavedra Ramírez, Alicia Jordán González

Artículos científicos / Scientific articles

- Presencia del pulgón verde (*Aphis spiraecola* Match) en posturas de pera de malaca (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. et Perry) en fase de vivero en la Isla de la Juventud / Presence of green aphid (*Aphis spiraecola* Match) in plantlets of Malaca pear (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. et Perry) in nursery stage at Isla de la Juventud -12-

Ileana H. Estévez-García y Vivian M. Castellón-Estévez

- Preferencia de *Elaphidion* sp.n. (Coleoptera: Cerambycidae) por especies del género *Citrus* y afines en la colección de Jagüey Grande / Presence of *Elaphidion* sp.n. (Coleoptera: Cerambycidae) for species of *Citrus* genus and related in Jagüey Grande collection -15-

Livia González-Risco, Horacio Grillo-Ravelo, Giselle Sosa-Sánchez, Miguel Aranguren-González, Yanet Martínez-Suárez, Lázaro Valero-González y Alejandro Sardiñas-Faget

- Comparación de métodos de extracción de ARN y ADN de hojas de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) para ensayos de reacción en cadena de la polimerasa / Comparison of RNA and DNA extraction methods from strawberry leaves (*Fragaria x ananassa* Duch) for polymerase chain reaction tests -23-

Xenia R. Ferriol-Marchena, Maritza Luis-Pantoja, Yoslane Ruiz, Lester Hernández-Rodríguez, Juana María Pérez-Castro

- Evaluación de cuatro protocolos de extracción de ADN en hojas frescas de acerola (*Malpighia emarginata*) / Evaluation of four extraction protocols in fresh acerole (*Malpighia emarginata*) leaves -31-

Yohaily Rodríguez-Álvarez, Juliette Valdés-Infante-Herrero, Eduardo Canales-López

- Evaluación de cuatro cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) para su utilización en Cuba / Evaluation of four near acerole *Malpighia emarginata* D.C.) genotypes for their use in Cuba -37-

Hugo M. Oliva-Díaz, María Elena Rodríguez-Valdés, Caridad Noriega-Carreras, David Zamora-Blanco, Domingo Rivero-Rodríguez, Sergio Capote-Briel

- Propagación del mamey (*Pouteria sapota* Jacq.) por injerto: disponibilidad de varetas durante el año, su preparación y crecimiento de los brotes / Mammee plants propagation (*Pouteria sapota* Jacq.) by grafting: branches availability during the year its preparation and buds growth -45-

José Pérez-Rodríguez, Miguel Aranguren-González, Roberto Luzbet-Pascual, Alina Puentes-Sánchez y Jenny Rodríguez-Expósito

- Presencia, distribución y daños de *Pachnaeus litus* Germar en plantas de mamey *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn clon 'Fariñas' (Sapotaceae) en fase de fomento en la Isla de la Juventud / Presence, distribution and damages of *Pachnaeus litus* Germar in plants of red mammee in development phase at Isla de la Juventud -52-

Ileana Estévez García, Marlene García Collado y Pedro J. Hernández Rodríguez

El fruticultor / The fruticulturist

- Propuesta de estructura de especies y cultivares para el ciclo 2015-2020 en la citricultura cubana / Proposal of structure of species and cultivars for the period 2015-2020 in Cuban citriculture -56-

Jorge R. Cueto-Rodríguez, Giselle Sosa-Sánchez, Katia Rodríguez-Rodríguez y Rolando Riaño-González

Vegetales y salud / Vegetables and health

- El caimito / The star apple -64-

María Eugenia García-Álvarez

DE NUESTRA PORTADA:

María Antonia Franco Paula es organizadora ideológica y productora de la Cooperativa de Créditos y Servicios José Martí, situada en el municipio de Nueva Paz, provincia Mayabeque.

La finca que trabaja se nombra 'Rincón Perdido'. Le puso ese nombre por el estado de enyerbamiento y abandono que tenía el terreno. Posee un área de 5,56 hectáreas. En la finca se cultiva papaya asociada con ají, además de mango, aguacate, lima 'Persa' y plátano fruta.

LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA, UNA HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE LAS ENTIDADES DE CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA*

Irma Suárez-Larrinaga¹, Sara Artilles-Visbal², Yael Vento-Oliva¹, Alina Beltrán-Castillo¹, María Eugenia García-Álvarez¹,
Cira Daysi Sánchez-García¹, Isabel Saavedra-Ramírez¹, Alicia Jordán-González¹

¹ Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma # 3005. Playa. La Habana. Cuba.
E-mail: biblioteca@iift.cu

² Empresa Consultora Gestión del Conocimiento y la Tecnología/GECYT. Calle 20 # 4110 entre 41 y 47, Playa, La HabanaCuba.

* Recibido: 3 de abril de 2015. Aceptado: 1 de junio de 2015

RESUMEN

Aunque existen diferentes enfoques sobre la Vigilancia Tecnológica, en Cuba se considera como la forma sistemática, planificada, organizada y selectiva dirigida a la captación de información veraz, objetiva y oportuna de los entornos de interés; analizarla, es convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y posibilidades de anticipar y dirigir los cambios. En este trabajo se señalan los principales países que la desarrollan, los procesos que la integran, entre otros aspectos. Finalmente se propone un Sistema de Vigilancia Tecnológica para el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical y los Indicadores para su evaluación, basado en la norma española experimental UNE 166006:2006 Ex "Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica"

Palabras clave: vigilancia tecnológica, gestión de información, información científica

Technological surveillance, a tool for developing entities of science and technological innovation

ABSTRACT

Nevertheless there exist different focuses on Technological Surveillance, in Cuba it is considered as the systematic, planned, organized and selective form directed to capture truthful, objective and opportune information of the environments of interest; to analyze it, is to convert it in knowledge to take decisions with lesser risk and possibilities of anticipate and direct changes. In this work are pointed out the main countries that develop it, the processes that integrate it, among other aspects. Finally, it is proposed a Technological Surveillance System for the Research Institute on Tropical Fruits Culture and the indicators for its evaluation based in the Experimental Spanish Standard UNE 166 006:2006 Ex.

Key words: technological surveillance, information management, scientific information

INTRODUCCIÓN

La vigilancia del entorno es tan remota como la propia existencia humana. La práctica de la vigilancia tecnológica no es nueva, el hombre siempre ha querido estar informado de los cambios que se producen a través de la consulta de revistas especializadas, visitas a ferias, del estudio de los productos de la competencia, del intercambio con clientes y proveedores, como parte de una gestión tecnológica efectiva.

Desde el siglo VII ya se aprecian señales de actividades de vigilancia tecnológica, lo que da la medida de lo indispensables que resultan para la organización, ya que posibilitan tener una visión del mercado, de la tecnología de su interés, identificar posibles competidores, tecnologías emergentes, perfiles tecnológicos, principales tendencias en un tema específico, aprovechar oportunidades y evitar duplicar esfuerzos en una investigación determinada, aspectos que permiten llevar a una institución por los caminos de la excelencia.

Ejemplo de ello es que en "el Japón de la dinastía Toh (siglo VII a IX) enviaron más de una decena de misiones de estudio a Choan, China, entonces probablemente la ciudad más desarrollada e internacional del mundo, para captar información sobre su avance" (Nakagawa, 1993 citado por Palop y Vicente, 1999).

En el siglo XVIII, la Revista escandinava "Den Göteborg Spionen" informaba sobre los avances tecnológicos que se producían en otros países, ejemplo de ello fue la introducción de los procesos de fabricación de la porcelana del sur de Europa en su área de influencia (Nakagawa, 1993 citado por Palop y Vicente, 1999).

Desde los comienzos de los ochenta, Porter (1980) citado por Palop y Vicente, (1999) ya señalaba la importancia de un análisis profundo de la competencia en el diseño de la estrategia de la empresa, reconociendo el empleo de sistemas formalizados de inteligencia. Desde entonces la creciente adaptación de enfoques

formales de vigilancia e inteligencia como modo de mejorar la captación, análisis y utilización de la información ha venido siendo detectada y analizada en empresas de EE.UU., Europa y Extremo Oriente.

Su origen se sitúa específicamente en los sectores más orientados a la ciencia y la tecnología: farmacéutica, química y biotecnología. Se formaliza a comienzos de los años 80 que es cuando aumenta la competencia, las exigencias de internalización se extienden a empresas de menor tamaño y el entendimiento de los comportamientos del competidor pasa a ser una propiedad (Morin y Seurat, 1989, citado por Dueñas, L. 2005).

En los primeros tiempos se practicaba una vigilancia tradicional; en la actualidad con la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones y los avances tecnológicos, ya esta no es suficiente para estar informado de las transformaciones que suceden para que las organizaciones puedan competir.

Diferentes enfoques sobre la Vigilancia Tecnológica

Existen diferentes enfoques sobre la Vigilancia Tecnológica. A continuación se relacionan algunos de ellos.

"La vigilancia es el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma para poder implicar una oportunidad o amenaza para esta. Requiere una actitud de atención o alerta individual. De la suma organizada de estas actitudes resulta la función de vigilancia en la empresa. En definitiva la vigilancia filtra, interpreta y valoriza la información para permitir a sus usuarios decidir y actuar más eficazmente" (Palop & Vicente, 1999).

"La vigilancia debe articularse sobre unos factores críticos que varían en función de la estrategia y posición de la empresa. Estos factores corresponden a aquellos factores críticos de competitividad a los que cualquier cambio en el entorno de la empresa puede afectarles de forma relevante". (Jakobiak, 1991, citado por Palop y Vicente, 1999).

"La vigilancia tecnológica consiste en la observación y el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros, para identificar las amenazas y las oportunidades de desarrollo" (Jakobiak y Dou, 1992 citado por Palop y Vicente, 1999).

"La vigilancia tecnológica es el seguimiento de un producto, servicio o hecho de interés, con el objetivo de observar su desarrollo y tomar decisiones operativas sobre su posible influencia en la organización u objeto de estudio" (Orozco, 2009). Este autor considera la vigilancia como parte de la función de la inteligencia empresarial.

La norma española experimental UNE 166006:2006 Ex "Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica" reconoce a la Vigilancia Tecnológica (VT) como un: "proceso organizado, selectivo y permanente de captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios" (AENOR, 2006).

En la Política Nacional de Información elaborada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, de Cuba, se contempla como un aspecto vital para los sistemas de gestión de información, la Vigilancia e Inteligencia Tecnológica, al respecto se señala: "La vigilancia tecnológica es la forma sistemática, planificada, organizada y selectiva dirigida a la captación de información veraz, objetiva y oportuna de los entornos de interés; analizarla, es convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y posibilidades de anticipar y dirigir los cambios" (CITMA, 2003).

Haciendo un análisis de los diferentes enfoques sobre vigilancia tecnológica de cada uno de estos autores se evidencia la necesidad de observar, captar, analizar y difundir de forma sistemática y organizada información útil del ambiente interno y externo que dé una alerta sobre las oportunidades y amenazas que afectan a la organización para la toma de decisiones.

La vigilancia no se limita solamente a la obtención de información, sino que hace énfasis en la selección de información, en su análisis y presentación de forma adecuada para la toma de decisiones, teniendo implícito la determinación de las necesidades, las prioridades de la organización, la combinación de técnicas y procedimientos para el análisis, el tratamiento de la información, el almacenamiento y difusión de los resultados a través de los productos y servicios. Estas informaciones constituyen una alerta permanente del entorno y al transferirse a la organización se convierten en conocimiento.

Es importante tener en cuenta las prioridades que establece la organización de acuerdo a su planeación estratégica y que las normas o metodologías que se

seleccionen para el establecimiento del sistema de Vigilancia Tecnológica se corresponda con la misión, los objetivos y metas de la organización, de tal forma que se puedan tomar decisiones y lograr ventajas competitivas.

Esta práctica se tiene que incorporar a la cultura organizacional de la institución y tener muy en cuenta que estas actividades no son posibles sin la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

La Vigilancia Tecnológica relacionada con la gestión de información y el conocimiento

De acuerdo con Choo, (1999) en la actualidad las organizaciones para avanzar y adaptarse a los cambios necesitan gestionar información para:

- Percibir cambios y el desarrollo del medio ambiente externo (Percepción)
- Generar nuevos conocimientos a través del aprendizaje organizacional (Creación de conocimientos)
- Buscar y evaluar informaciones a fin de tomar decisiones (Toma de decisiones)

La organización que es capaz de integrar eficazmente la percepción, la creación de conocimientos y la toma de decisiones se puede describir como una organización inteligente, que posee información y conocimiento.

La Vigilancia Tecnológica utiliza continuamente técnicas de gestión de la información en cada uno de sus pasos: captación, filtrado, análisis, distribución, almacenamiento y protección de la información. Naturalmente se utilizan sistemas informáticos como soporte para estos procesos. El principal componente de la Vigilancia Tecnológica reside en las personas que interpretan todas las señales y toman las decisiones a partir de dicho soporte.

La gestión del conocimiento documenta o aprovecha las experiencias de las personas de la empresa, mira hacia el pasado y busca que estos conocimientos se compartan mediante las intranets y el correo electrónico y otros espacios de conocimiento.

Antes de iniciar las actividades del proceso de Vigilancia Tecnológica es necesario tener en cuenta los aspectos básicos de un enfoque de vigilancia tecnológica y prospectiva (Degoul, 1991 citado por Palop y Vicente, 1999).

- ¿Cuál es el objeto de la vigilancia?
- ¿Qué debemos vigilar?

- ¿Qué informaciones buscar?
- ¿Dónde localizarlas?
- ¿De qué forma comunicarlas?
- ¿A quién dirigir las?
- ¿Qué medios vamos a destinar?

La entidad debe decidir sobre qué aspectos debe estar bien informada y cómo manejar esa información para que permita anticiparse, reducir el riesgo en sus decisiones y conseguir los resultados esperados.

Las entidades suelen seguir la evolución de sus entornos de un modo poco formal y organizado, se realizan de forma no conciente algunas acciones de vigilancia, pero es necesario organizar la labor de búsqueda y captación de información relevante para la institución para lograr una buena función de vigilancia e inteligencia, la función de vigilancia debe ser de acuerdo con Palop y Vicente (1999):

- Focalizada: centrada sobre determinados aspectos de la empresa y su entorno de acuerdo a los objetivos estratégicos.
- Sistematizada: normalizar un método que permita el seguimiento y explotación de los aspectos que afectan a la empresa y del propio funcionamiento de la vigilancia.
- Estructurada: apoyarse en una organización interna descentralizada, basada en la creación y explotación de redes tanto físicas como virtuales y la toma de decisiones a todos los niveles.

En función del alcance o impacto que pueda tener la información captada por la vigilancia tecnológica se puede hablar de:

vigilancia científica: seguimiento de patentes y publicaciones escritas, que incluye: análisis de patentes, seguimiento de publicaciones científicas y técnicas e "ingeniería inversa" de productos de la competencia.

vigilancia estratégica: análisis de las capacidades tecnológicas de la competencia y esfuerzo inversor en las mismas, seguimiento de la trayectoria de trabajo y colaboraciones de los científicos de la competencia y relaciones económico-financieras y de trabajo entre empresas de un sector.

El objetivo fundamental de la vigilancia es preparar el camino que debe seguir la entidad para lograr sus objetivos estratégicos. Las actividades de vigilancia contribuyen a que la entidad sea más competitiva, pues permiten que la misma se planifique estratégicamente, mejore la calidad de sus productos en relación con los de la competencia y conozca mejor el mercado en el cual desarrolla su actividad.

Los cuatro factores determinantes de la competitividad de las entidades, según Porter, son bien conocidos: clientes, proveedores, entrantes potenciales en el mercado y productos sustitutivos. A partir de ellos la empresa debe organizar su vigilancia en cuatro ejes:

- La vigilancia competitiva se ocupará de la información sobre los competidores actuales y los potenciales (política de inversiones, entrada en nuevas actividades...)
- La vigilancia comercial estudia los datos referentes a clientes y proveedores (evolución de las necesidades de los clientes, solvencia de los clientes, nuevos productos ofrecidos por los proveedores...)
- La vigilancia tecnológica se ocupa de las tecnologías disponibles o que acaban de aparecer, capaces de intervenir en nuevos productos o procesos.
- La vigilancia del entorno se ocupa de la detección de aquellos hechos exteriores que pueden condicionar el futuro, en áreas como la sociología, la política, el medio ambiente, las reglamentaciones, etc.

Las herramientas de la gestión tecnológica, como las matrices tecnológicas y los árboles tecnológicos, son las que permiten evaluar el significado de los movimientos y desarrollo tecnológico de los competidores y su posición en el mercado.

Para vigilar estos factores hay que saber de qué forma vigilar, es necesario utilizar técnicas y fuentes de la gestión de información que permitan captar la información necesaria sobre los factores críticos que sean determinados.

Fuentes y servicios de Información

La vigilancia tecnológica requiere del proceso de selección y acopio de fuentes de información internas y externas. Esta selección depende de las necesidades del usuario, de los recursos que se dispongan, de su acceso y del conocimiento que se tenga de las fuentes que dan respuesta a la temática solicitada. Al utilizar una fuente hay que tener en cuenta su relevancia, confiabilidad, claridad y veracidad.

Entre las principales fuentes de información para una vigilancia tecnológica efectiva se encuentran: bases de datos, revistas científicas, libros, patentes, documentos propios de la empresa, catálogos comerciales, seminarios, eventos, congresos, informes de proyectos de I+D, leyes y decretos, proveedores y clientes, expertos, Internet, Intranet.

Entre los servicios que se brindan como resultado de la vigilancia e inteligencia tecnológica se encuentran: perfiles estratégicos, estudios de tendencias, estudios

de mercado, estudios estratégicos, alerta tecnológica, monitoreo de información.

La Vigilancia Tecnológica en el contexto internacional y nacional

Los países industrializados buscan liderar y sacar partido de la información técnica a través de la vigilancia tecnológica, dado que esta se ha convertido en uno de los motores de competencia global de las naciones. Estos países de economías más avanzadas han desarrollado "Sistemas de Vigilancia Nacional" lo que implica una cooperación entre los organismos, centros de investigación, empresas y universidades enlazadas en una gran red de información, donde este se convierte en un recurso compartido. En el desarrollo de la Inteligencia Competitiva hay que tener en cuenta las circunstancias históricas y del entorno en que se mueven los países.

Los países que se destacan en la aplicación de la Vigilancia Tecnológica son: Japón, Suecia, Francia, EE.UU., Alemania, Gran Bretaña, Rusia e Israel. A continuación se destacan algunos aspectos relevantes de los más destacados.

Japón: Está considerado como el país pionero en VT (Fuld, 1995, citado por Dueñas, L., 2005); (Herring, 1992, citado por Dueñas, L. 2005), (Martinet y Martí, 1995, citado por Escorsa y Maspons, 2001); (Kodama; 1992 citado por Dueñas, L., 2005). El gobierno japonés ha apoyado a sus empresas para lograr un sólido equilibrio entre las habilidades de obtención de información y la aplicación de los resultados en la práctica. En la tecnología se ha distinguido internacionalmente por sus capacidades únicas de adaptación de innovaciones extranjeras.

Suecia: Los programas de inteligencia suecos gozan de un significativo reconocimiento internacional. Se estima que al menos 50 de las principales empresas suecas, cuentan con unidades de inteligencia altamente exitosas (Herring, 1992, citado por Dueñas, L., 2005). En Suecia, las actividades de VT han recibido un apoyo muy fuerte por parte de su gobierno. Empresas suecas, como Ericsson, Volvo o ABB, cuentan con unidades de inteligencia.

Francia: Es líder en el desarrollo de programas informáticos para la elaboración de mapas tecnológicos. Este país es considerado el líder mundial en inteligencia y vigilancia, tanto en el desarrollo de nuevos conceptos teóricos como en la elaboración de programas informáticos para el tratamiento de la información contenida en bases de datos.

Estados Unidos de América: Es el padre de la mayoría de los nuevos conceptos teóricos y prácticos de la VT. Se han desarrollado muchos de los conceptos básicos que han posibilitado la moderna inteligencia. Un papel muy importante ha jugado el ISI (Institute for Scientific Information), creador de la popular base de datos Science Citation Index. Desde entonces el dominio americano en cuanto a productores y servidores de bases de datos y la distribución por Internet es abrumador. Existe una gran cultura por la recolección y almacenamiento de datos desde hace muchísimos años.

En Cuba se introduce esta práctica a partir de 1993, donde el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) desempeña el papel rector. En la Política Nacional de Información se plantea que le corresponde a este Ministerio normar y organizar las bases de este sistema en cumplimiento de una de las funciones estatales que tiene asignada y que expresa: "Dirigir, controlar y evaluar la actividad de vigilancia y prospectivas tecnológicas en el ámbito nacional y ejecutar dentro de ello lo relativo a los aspectos estratégicos para el país y las tecnologías emergentes en el ámbito mundial".

La organización pionera en el desarrollo de estos servicios de vigilancia /inteligencia en el país es la Consultoría BioMundi, del Instituto de Información Científica y Tecnológica (IDICT) que fue la primera entidad cubana dedicada a ofrecer servicios de inteligencia empresarial a las organizaciones del Polo Científico-Productivo del Oeste de La Habana. Esto implicó un proceso de aprendizaje de los profesionales, en las nuevas técnicas y tecnologías de la gestión de información. Se utilizó la inteligencia empresarial como herramienta de trabajo para la toma de decisiones.

Por otra parte, entre las entidades que aplican la Vigilancia Tecnológica se puede mencionar al Instituto Finlay, el Centro de Gestión del Conocimiento del ministerio de la Industria Básica (MINBAS), el Centro de Inteligencia Corporativa de CUBANACAN, los Centros de Información y Gestión Tecnológica del CITMA, Biotecnología, Cuba Petróleo (CUPET), el Banco Financiero Internacional (BFI), la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI) con un servicio especializado con valor agregado llamado Compittec que incluye la vigilancia, GECYT, Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, el Ministerio de la Fuerzas Armadas (MINFAR) y el Ministerio del Interior (MININT), entre otros.

Sistemas de Vigilancia Tecnológica

Los sistemas de vigilancia han sido ilustrados por diferentes autores. A continuación se mencionan algunos de estos.

Según Palop y J.M., (1999) una vez que se ha realizado un inventario de los activos tecnológicos, de la estrategia, los objetivos se prosigue a desarrollar las etapas del modelo de implementación de la vigilancia.

Según Cartier, (1999), citado por Escorsa y Maspons, (2005) la vigilancia tecnológica / inteligencia comprende un conjunto de actividades que se desarrollan a veces en paralelo y que en ocasiones son ejecutadas por grupos y otras veces individualmente. Las tres etapas son:

1. Recogida de información.
 - Objetivo de la búsqueda
 - Inventario de las informaciones y fuentes existentes dentro de la empresa
 - Plan de búsqueda
 - Almacenamiento de la información recogida
2. Análisis y síntesis de la información.
 - Selección y clasificación
 - Análisis
 - Síntesis
3. Difusión y decisión
 - Presentación de diversos escenarios a los responsables
 - Evaluación

Existen diferentes modelos para desarrollar los Sistemas de Vigilancia Tecnológica (Martinet y Martí, 1995 citado por Escorsa y Maspons, 2001); (Ashton y Stacey citado por Escorsa y Maspons, 2001); (Jakobiak, 1991, citado por Escorsa y Maspons, 2001) Agencia Francesa de Normalización (AFNOR). Norma XP X 50-053-FRE 27 citado por Escorsa y Maspons, 2001). La norma española experimental UNE 166006:2006 Ex "Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica" elaborada por el Comité Técnico AEN/CTN 166 Actividades de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i) cuya secretaria desempeña AENOR, 166006:2006, propone las siguientes fases en la realización de la Vigilancia del Entorno (Figura 1).

Para la adopción de un sistema de vigilancia tecnológica no existe un modelo exclusivo ya que la definición de esta depende de las características de las organizaciones, de los recursos, de su cultura. Cada entidad debe diseñar su propio sistema de acuerdo a su misión y a sus objetivos.

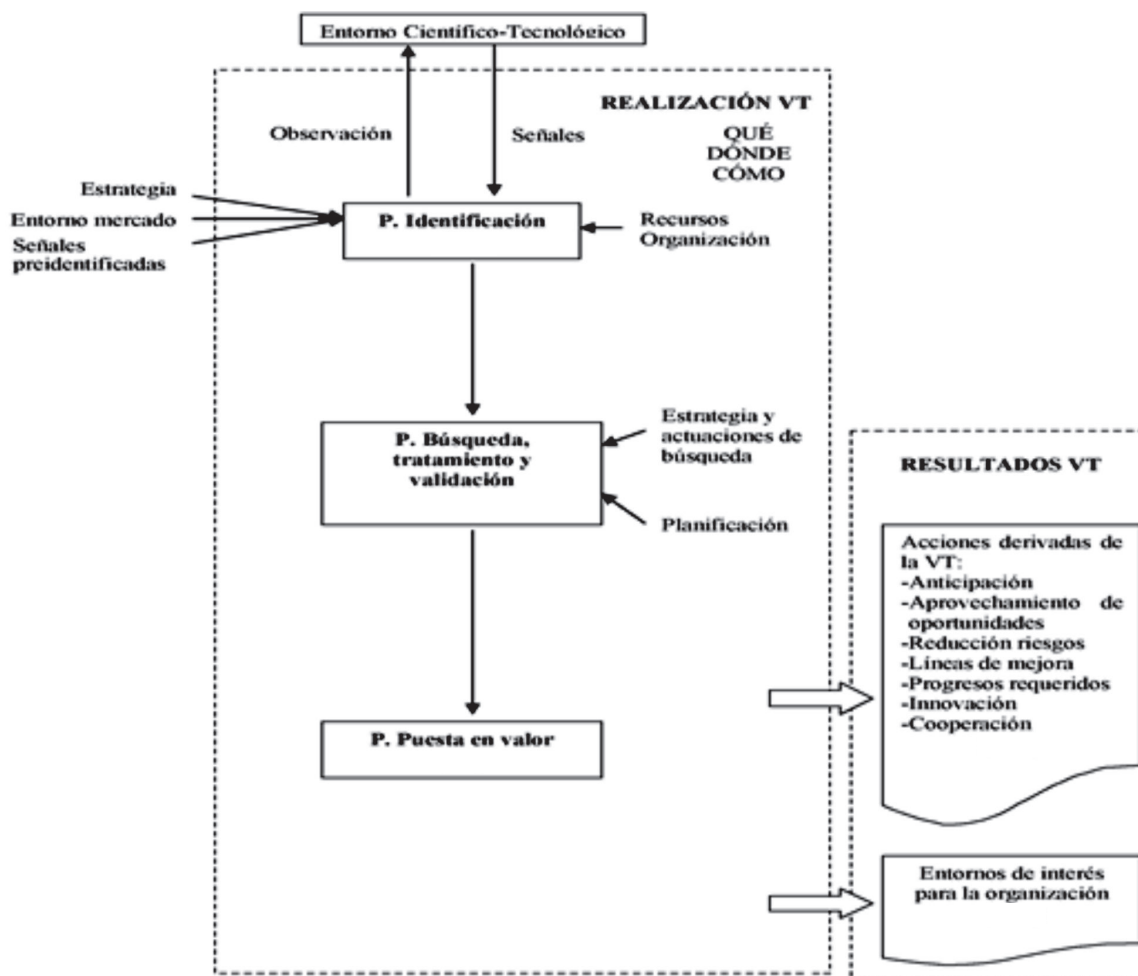


Fig.1. Fases para la realización de la Vigilancia Tecnológica de acuerdo con la norma española experimental UNE 166006:2006 Ex "Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica"

Sistema de Vigilancia Tecnológica en el IIFT:

El Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical creado en 1985, es una institución de Investigación – Desarrollo e innovación (I+D+i) y su razón de ser es la investigación científica. El trabajo científico se organiza, dirige y ejecuta con el fin de satisfacer las demandas identificadas, mediante la realización de proyectos de investigación e innovación tecnológica que generan conocimientos, tecnologías, productos y servicios que son introducidos directamente en la actividad productiva, mediante el Sistema de Extensión Agraria (SEA). Tiene entre sus actividades fundamentales la investigación científica, la prestación de servicios científico-tecnológicos, la docencia y la producción de insumos esenciales para la agroindustria frutícola.

A partir de sus objetivos de trabajo se considera fundamental que el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) cuente de un servicio de información que garantice el aseguramiento informativo de los

nuevos adelantos científico-técnico de la agroindustria frutícola de acuerdo a las exigencias del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica actual, para evitar repetir proyectos de investigaciones ya realizadas y/o que los que se realicen no incorporen los últimos adelantos de la ciencia y la técnica.

Por estas razones se hace la propuesta de los procesos que integran el Sistema de Vigilancia Tecnológica (SVT) atendiendo a las condiciones concretas del IIFT y con el objetivo de contribuir al desarrollo de las estrategias de I+D+i de la institución, en consonancia con los cambios que se están sucediendo en el mundo actual; disminuir los riesgos al detectar a tiempo las amenazas y las oportunidades y tomar decisiones que potenciarán el desarrollo de programas y líneas de investigación en el ámbito de los cítricos y los frutales, al mantener una alerta sobre el desarrollo tecnológico actual de la agroindustria frutícola.

Este sistema es el encargado de brindar información del entorno nacional e internacional de forma sistemática y focalizada de la evolución de nuevos productos, servicios, tecnologías, y conocimientos, relativo a los cítricos y otros frutales para tomar decisiones sobre oportunidades y amenazas que incidan en su competitividad.

Debe detectar, analizar, difundir, comunicar y explotar las informaciones técnicas útiles para la organización; alertar sobre las innovaciones científicas y técnicas susceptibles de crear oportunidades y amenazas para la misma; investigar los hallazgos realizados para el desarrollo de productos, servicios y procesos, y busca soluciones tecnológicas a problemas concretos del instituto.

Por la naturaleza de las actividades del SVT en el IIFT, los servicios que se establezcan en esta dimensión deben responder a aspectos éticos, de confidencialidad y legalidad.

Propuesta del Sistema de Vigilancia Tecnológica en el IIFT

Se propone un Sistema de Vigilancia Tecnológica, basado en la Norma Española UNE 166006:2006 Ex "Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica"

El personal que ejecute y gestione actividades de VT debe ser competente, tomando como base una educación, formación, habilidades y experiencia profesional apropiados.

El SVT en el IIFT, operará en red, la cual estará compuesta por tres redes subordinadas a la Dirección de Ciencia e Innovación:

Red de observadores: encargados de buscar, captar, seleccionar, almacenar y difundir información. Está integrada por especialistas en información y expertos en la materia.

Red de analistas: encargados de tratar, analizar y validar la información captada.

Elaboran los informes con recomendaciones y conclusiones. Está integrada por especialistas principales, expertos en la materia y especialistas en información.

Red de decisores: encargados de tomar las decisiones sobre la información, captada y validada. Está integrada por directores de áreas y jefes de proyecto.

El Consejo Científico como órgano colectivo de dirección tendrá la responsabilidad de asesorar de forma sistemática, el análisis de temas de interés para el desarrollo científico y tecnológico de la entidad, así como elaborar recomendaciones sobre la base de las prioridades del desarrollo económico, político y social del país y las directivas y normas trazadas por las instituciones estatales competentes. La estructura del SVT propuesto es la siguiente (Figura 2):

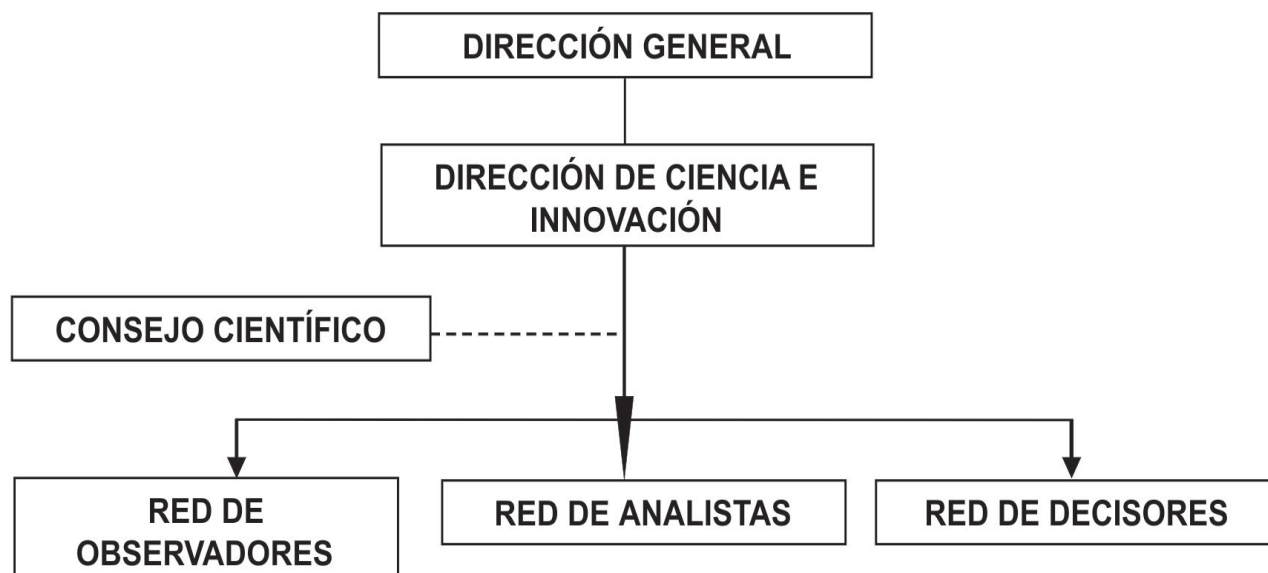


Fig. 2. Estructura propuesta para el Sistema de Vigilancia Tecnológica en el IIFT.

Caracterización de los procesos

Los procesos involucrados en el SVT en el IIFT van encaminados a obtener información del entorno tecnológico para que transformada en conocimiento, sea un elemento de apoyo para ajustar el rumbo y marcar a grandes rasgos los posibles caminos de la evolución tecnológica, de interés para el instituto.

El proceso de vigilancia tecnológica, tiene dos objetivos:

- la búsqueda e investigación de lo que se desconoce, y
- la búsqueda y seguimiento sistemático de novedades en áreas previamente acotadas.

Procesos del SVT en el IIFT (Figura 3)

- Proceso de identificación de necesidades, fuentes y medios de acceso de la información,
- Procesos de búsqueda, tratamiento y validación de la información,
- Proceso de valorización y difusión de la información.

ETAPAS DEL SISTEMA DE VIGILANCIA E INTELIGENCIA TECNOLÓGICA EN EL IIFT

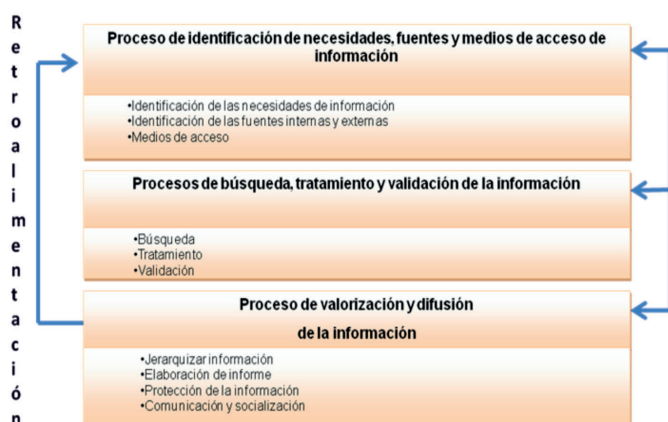


Fig. 3. Proceso del Sistema de Vigilancia Tecnológica en el IIFT.

Para evaluar la eficacia de los procesos del SVT se han definido los siguientes indicadores (Tabla I):

Tabla I. Propuesta de indicadores para la evaluación de la eficacia del STV en el IIFT.

Objetivos		Indicador	periodicidad	Formas de evaluación
EVALUACIÓN	Buscar sistemáticamente las señales de cambio y novedades enfocadas a la industria agrofrutícola.	Identificadas al menos 10 señales semanales por temas priorizados.	Semanal	Se obtienen búsquedas Entre 8-10: excelente. Se obtienen búsquedas entre 5-7 satisfactorio. Se obtienen menos de 5 búsquedas deficiente.
	Satisfacer las necesidades de los usuarios, con las informaciones obtenidas de las búsquedas	Satisfecho el 100 % de los usuarios que han solicitado búsquedas	Mensual	Se satisfacen entre el 95-100 %: excelente Se satisfacen entre el 85 al 94 %: satisfactorio Se satisfacen entre el 75 al 84 %: aceptable Menos del 75 %: deficiente
	Alertar sobre las innovaciones científicas o técnicas susceptibles de crear oportunidades o amenazas.	Diseñado un boletín de alerta tecnológica, que circula todos los meses.	Mensual	Número de boletines realizados en el año: Se realizan entre el 95-100 %: excelente Se realizan el 85 al 94 %: satisfactorio Se realizan entre el 75 al 84 %: aceptable Menos del 75 %: deficiente
	Capacitar al personal en las nuevas herramientas o modelos del SVT que vayan surgiendo.	Capacitadas el 80% de los integrantes del SVT	Anual	Se capacitan los integrantes del SVT. Excelente: del 80-100 % Regular: del 79 al 50 Mal: menos de 50

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. UNE 166006:2006 Ex "Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica.pp.2
- AFNOR. (1998) Comisión de Normalisation. Prestation de veille et prestation de mise en place de un système de veille. Paris: AFNOR. (Std.AFNOR XP X 50-053-FRE 27. Citado por Dueñas, L. (2005). Diseño de un Sistema de Vigilancia Tecnológica para una organización de I+D. Maestría.Universidad de La Habana. La Habana, pp.5
- Ashton, W. B. y Stacey, G. S. (1995). Technical intelligence in business: understanding technology, threats and opportunities, *International Journal of Technology Management*, Vol. 10, Nº 1. Citado por Escorsa, P. y Maspons, R. (2001) De la vigilancia a la inteligencia competitiva. Madrid: Pearson Educación pp.14.
- Cartier, M. (1999). La veille: introduction. from [Http://mmedium.com](http://mmedium.com). Citado por Escorsa, P. y Maspons, R. (2001) De la vigilancia a la inteligencia competitiva. Madrid: Pearson Educación pp.6
- CITMA. (2003). Política Nacional de información.Manuscrito no publicado, La Habana, Cuba. pp.14
- Choo, C. W. (1999). La organización inteligente: Una visión holística de la manera como las organizaciones usan la información La organización inteligente. El empleo de la información para dar significado, crear conocimiento y tomar decisiones México: OXFORD. University Press.pp.5
- Degoul, P. (1992). Le pouvoir de l'information avancée face au regne de la complexité. *Annales de Mines*, abril. Citado por Palop, F., & J.M., V. (1999). Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española. En E. Universidad Politécnica de Valencia (Ed.) pp. 34.
- Fuld, L.M. (1995). The new competition intelligence: the complete resource for finding, analyzing and using information, about your competitor. Nueva York.: John Wiley y Sons. Citado por Dueñas, L. (2005). Diseño de un Sistema de Vigilancia Tecnológica para una organización de I+D. Maestría.Universidad de La Habana. La Habana, pp.5
- Herring, J. P. (1992). The role of intelligence in formulating strategy. *Journal of Business Strategy*, Vol. 13, No. 5. Citado por Dueñas, L. (2005). Diseño de un Sistema de Vigilancia Tecnológica para una organización de I+D. Maestría.Universidad de La Habana. La Habana, pp.8
- Jakobiak, F. (1991). Exemples comentés de veille technologique. Paris: Les éditions d' organization. Citado por Palop, F., & J.M., V. (1999). Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española. En E. Universidad Politécnica de Valencia (Ed.) pp. 24.
- Jakobiak, F., & Dou, H. (1992). De l'information documentaire a la veille technologique pour l'interprétation : enjeux, aspects généraux et définitions. In Desvals & Dou (Eds.), *La veille technologique*. Paris: Dinod Citado por Palop, F., & J.M., V. (1999). Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española. En E. Universidad Politécnica de Valencia (Ed.) pp. 24.
- Kodama, F. (1992). Technology fusion and the new R&D, *Harvard Business Review*, Vol. 70, julio-agosto. Citado por Dueñas, L. (2005). Diseño de un Sistema de Vigilancia Tecnológica para una organización de I+D. Maestría.Universidad de La Habana. La Habana, pp.5
- Martinet, B., & Marti, M. (1995). L'intelligence économique. Les yeux et les oreilles de l'entreprise. Paris: Les éditions organization. Citado por Escorsa, P. y Maspons, R. (2001) De la vigilancia a la inteligencia competitiva. Madrid: Pearson Educación pp.8.
- Morin, J., & Seurat, R. (1989). Le management des ressources technologiques. Paris: Les Editions d' Organisation. Citado por Dueñas, L. (2005). Diseño de un Sistema de Vigilancia Tecnológica para una organización de I+D. Maestría.Universidad de La Habana. La Habana, pp.5
- Nakagawa, J. (1993). Strategic Information Systems in Japan in y. G. Prescott (Ed.), *Perspectives on Competitive Intelligence*. Society for Competitive Intelligence Professionals pp. 59-65.Citado por Palop, F., & J.M., V. (1999). Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española. En E. Universidad Politécnica de Valencia (Ed.) pp. 21.
- Orozco, E. (2009). Inteligencia empresarial. In C. BioMundi/IDICT (Ed.), *Inteligencia empresarial qué y cómo* (pp. 332). La Habana. pp.9
- Palop, F., & J.M., V. (1999). Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española. In E. Universidad Politécnica de Valencia (Ed.), pp. 22.
- Porter, M. E. (1980). Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia Mejiro. Citado por Palop, F., & J.M., V. (1999). Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española. En E. Universidad Politécnica de Valencia (Ed.) pp. 19.

Artículo científico

PRESENCIA DEL PULGÓN VERDE (*APHIS SPIRAECOLA MATCH*) EN POSTURAS DE PERA DE MALACA (*SYZYGium MALACCENSE* (L.) MERR. ET PERRY) EN FASE DE VIVERO EN LA ISLA DE LA JUVENTUD*

Ileana H. Estévez-García y Vivian M. Castellón-Estévez

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma. No. 3005 entre 30 y 32, Miramar, Playa. La Habana. Cuba.
E-mail: eprincipal@gdif.iju.minag.cu

* Recibido: 2 de diciembre de 2014. Aceptado: 1 de junio de 2015

RESUMEN

En un muestreo de rutina efectuado en un vivero de pera de Malaca *Syzygium malaccense* (L.) Merr. et Perry perteneciente a la empresa agroindustrial Jesús Montané Oropesa de la Isla de la Juventud, Cuba, se detectaron individuos del pulgón verde *A. spiraecola* Patch. Se determinó la composición (presencia de los estados ninfal y adulto) y la distribución de las colonias mediante el conteo de los brotes tiernos y los atacados en 50 posturas. *A. spiraecola* desarrolló colonias compuestas por ninfas y hembras ápteras y aladas que confirma el establecimiento en el cultivo, con una distribución del 17,1 % en los brotes tiernos. Este hallazgo constituye el primer informe sobre la presencia del pulgón verde en posturas de pera de Malaca en la Isla de la Juventud.

Palabras clave: *Aphis spiraecola* Patch, *Syzygium malaccense* (L.) Merr.et Perry, Isla de la Juventud.

Presence of green aphid (*Aphis spiraecola* Match) in plantlets of Malaca pear (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. et Perry) in nursery stage at Isla de la Juventud

ABSTRACT

In a survey of routine carried out in a nursery of Malaca pear *Syzygium malaccense* (L.) Merr.et Perry that belong to the Jesus Montané Oropesa Enterprise of the Isla de la Juventud, individuals of the green aphid *A. spiraecola* Patch were detected. The composition of the colonies (presence of the ninfal and adult states and the distribution of the colonies by means of the tender buds count and the attacked buds in 50 postures were determined. *A.spiraecola* developed colonies compound by nymphs and female wingless and winged that confirm the establishment in the cultivation, with a distribution of 17.1 % in the tender buds. This discovery constitutes the first report on the presence of the green aphid in postures of Malaca pear in the Isla de la Juventud.

Key words: *Aphis spiraecola* Patch, *Syzygium malaccense* (L.) Merr.et Perry, Isla de la Juventud.

INTRODUCCIÓN

El Programa de Desarrollo de Frutales tiene entre sus objetivos potenciar la siembra de especies de frutales poco propagadas en los agroecosistemas frutícolas, que permita un mayor surtido y de esta manera garantizar la demanda de vitaminas de la población.

A partir de esta estrategia la empresa agroindustrial "Jesús Montané Oropesa" de la Isla de la Juventud, ha establecido viveros de frutales con especies como acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), canistel (*Pouteria campechiana* (H.B.K.) Bachni), caimito (*Chrysophyllum cainito* L.), anón (*Annona squamosa* L.), guanábana (*Annona. muricata* L.), maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) y pera de Malaca (*S. malaccense* (L.) Merr. et Perry).

La pera de Malaca, llamada también pomarroza o manzana de agua, pertenece a la familia *Myrtaceae*, es un árbol originario del sudeste asiático, con un tamaño que varía entre 15 a 20 m de altura (Orwa *et al.*, 2009, Mazza, 2015). Es poco conocida por la población cubana, aunque está difundida en la región oriental; puede propagarse como árbol ornamental y frutal (Rodríguez y Sánchez, 2005; Valdés Infante *et al.*, 2009).

Los frutos en forma de pera miden de 5 a 10 cm, con color rojo o amarillo verdoso, pulpa muy blanca y de 1-2 semillas (Tamayo *et al.*, 2011; Anónimo, 2015) los cuales se pueden consumir en forma fresca o procesados como jugos, jaleas y dulces (Vázquez *et al.*, 2004). La corteza representa una fuente de fibra dietética y está asociada con antioxidantes naturales como polifenoles y ácido

ascórbico, que podrían ser calificados como alimentos funcionales y constituir suplementos alimenticios y ser comercialmente explotados (Rincón *et al.*, 2006).

Oliva *et al.* (2010) y Tamayo *et al.* (2011) señalaron a este cultivo dentro del grupo de especies de poco uso en la fruticultura cubana, argumentando la importancia de su propagación para contribuir a la diversificación de la producción y a la oferta variada de frutos frescos. Vázquez *et al.*, (2004), señalaron como escasas las plagas de importancia económica, aspecto que puede estar dado por la baja propagación en el país y porque no existen referencias en la literatura frutícola sobre las mismas.

Dentro de las plagas que atacan a los cultivos hortofrutícolas se encuentran los áfidos o pulgones, especies de insectos que ocasionan daños directos en el follaje de las plantas, en especial, durante la fase de vivero, donde las brotaciones vegetativas se suceden de manera continua. Uno de los más comunes por su condición de polífago es *A. spiraecola* Patch.

Este áfido se ha informado atacando diversos frutales en Cuba como acerola (*Malpighia emarginata* D. C.), aguacate (*Persea americana* Mill.), anón (*A. squamosa* L.), cítricos (*Citrus* spp.), granada (*Punica granatum* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), mango (*Mangifera indica* L.), papaya (*Carica papaya* L.) y pomarrosa (*Syzygium jambos* (L.) (Attson.) (Holman, 1974; Bruner *et al.*, 1975; Borges *et al.*, 2008; Estévez *et al.*, 2012; González *et al.*, 2013) pero no aparece citado infestando a la pera de Malaca. Tampoco se encuentra reportado a nivel mundial sobre este cultivo (CABI; 2013). Fue objetivo del presente trabajo informar la presencia del pulgón verde *A. spiraecola* infestando posturas de pera de Malaca en la Isla de la Juventud, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un muestreo de rutina efectuado en abril de 2013 en 50 posturas de un vivero de pera de Malaca de la empresa agroindustrial Jesús Montané Oropesa de la Isla de la Juventud, se observaron ejemplares de un pulgón verde similar a *A. spiraecola*, localizados sobre el envés del follaje. Se tomaron insectos alados y se colocaron en viales para su confirmación en el laboratorio del Grupo de Difusión Tecnológica, perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Se emplearon los procedimientos establecidos y las claves de Holman (1974) y Voegtlin *et al.* (2003) para la identificación.

Se evaluó en 20 colonias seleccionadas al azar la presencia de los estados ninfal y adulto (áptero y alado), para confirmar el establecimiento en el cultivo.

Se determinó la distribución (D) de las colonias mediante el conteo de los brotes tiernos atacados (A) y los totales presentes en las posturas (B), mediante el empleo de la fórmula:

$$D = A/B \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las colonias de *A. spiraecola* se encontraron compuestas por ninfas y hembras ápteras y aladas, con la presencia de varias cohortes, lo que confirma su establecimiento en este frutal y que el follaje de la pera de Malaca brinda los requerimientos necesarios para el desarrollo de las generaciones (Figura 1). En las condiciones del trópico, la mayoría de las especies de *Aphidoidea*, se comportan de forma anholocíclica, se reproducen solo por partenogénesis de manera que solo aparecen hembras ápteras y aladas.



Fig.1. Población de *A. spiraecola* en hojas de pera de Malaca en fase de vivero de la Isla de la Juventud. Foto: Grupo de Difusión Tecnológica del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.

Los individuos ápteros observados en las colonias presentaron una coloración verde manzana con sifones ahusados de color negro, cauda de similar coloración, alargada con una ligera construcción en la zona media y antenas cortas. Los alados se caracterizaron por manifestar el tórax y la cabeza de color negro, con abdomen verdoso y tibias pálidas, ocho rinarios secundarios en el III artejo antenal, con pelos caudales entre 10 y 11 y alas con la vena media (M) bifurcada dos veces (Holman, 1974; CABI, 2013) (Figura 1).

Las infestaciones detectadas en este cultivo, que hasta el momento no han sido reportadas en el país, permiten ampliar la lista de hospedantes sobre las que se puede alimentar *A. spiraecola*, lo que se corresponde también con su elevada polifagia. En Cuba se ha informado alimentándose sobre 207 plantas de diversas familias (Holman, 1974, Bruner *et al.*, 1975). Otros autores señalan las colonizaciones sobre un amplio rango de familias hospedantes, siendo las de mayor preferencia Asteraceae, Caprifoliaceae, Rosaceae, Rubiaceae y Rutaceae (Dubey y Kumar, 2011; CABI, 2013a).

A. spiraecola manifestó una distribución de las poblaciones en el 17,1 % de los brotes jóvenes presen-

tes (tabla I) valor que se considera elevado al tratarse de posturas pequeñas que se encuentran en fase de vivero, pudiendo ocasionar daños directos al follaje. Además este insecto presenta la característica de dispersarse rápidamente hacia hospedantes cercanos y hasta aquellos que se encuentran a largas distancias (Parry, 2013) condición que lo puede convertir en una plaga potencial en los viveros frutícolas, de no tomarse medidas fitosanitarias oportunas. En Bulgaria, este áfido se detectó en 2007 infestando plantas de manzano y causó daños económicos con una presencia en los brotes del 8-10 % (Andreev *et al.*, 2013).

Tabla I. Distribución de las poblaciones de *A. spiraeocola* en hojas de pera de Malaca en la Isla de la Juventud.

Cantidad brotes tiernos	Cantidad brotes atacados	% de infestación
76	13	17,1

En la fase de vivero, donde se forman las plantas para el fomento de las áreas frutícolas, se debe garantizar la mayor protección fitosanitaria y principalmente la regulación de las poblaciones de aquellos insectos que constituyen vectores de virus como es el referido áfido. Este fitófago se caracteriza en otros frutales como los cítricos (*Citrus* spp.) y la papaya (*Carica papaya* L.) por alcanzar altas densidades y transmitir importantes enfermedades virales (Borges *et al.*, 2008, Pérez *et al.*, 2010).

De ahí la importancia de identificar a tiempo y de manera confiable los diferentes fitófagos que acuden a los cultivos, principalmente en los viveros comerciales y en frutales poco propagados de los que se tiene escasa información.

CONCLUSIÓN

Se informa por vez primera la presencia del pulgón verde *Aphis spiraeocola* en posturas de pera de Malaca *Syzygium malaccense* (L.) Merr. et Perry en fase de vivero en la Isla de la Juventud.

BIBLIOGRAFÍA

Andreev R, D. Rasheva., H Kutinkova, H. 2013. Occurrence and population density of aphids in apple orchards of South Bulgaria. *Journal of Plant Protection Research* 53: 353-356.

Anónimo. 2015. Tropical Plant Books.Syzygium malaccense – Mountain Apple. <http://wildlifeofhawaii.com/flowers>.

Borges, M., L. Pérez, A. Beltrán, R. Ramos, E. Farrés, O. Peña. 2008. Principales plagas del cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) y su manejo. Conferencia. Curso Manejo de tecnologías de cítricos y otros frutales tropicales. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. 20 pp.

Bruner, S. C., L. C. Scaramuzza, A. R. Otero.1975. Catalogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. La Habana, A. C. C. 399 pp.

CABI, 2013. *Aphis spiraeocola*. <http://www.cabi.org>.

CABI, 2013 a. UK PRA for *Aphis spiraeocola*. The Food and Enviromental Research Agency. <https://secure.fera.defra.gov.uk>. 13pp.

Dubey, S., V. Kumar. 2011. Population Dynamics of *Aphis spiraeocola* Patch (Homoptera: Aphididae) on Medicinal Plant *Cosmos Bipinnatus* in Eastern Uttar Pradesh, India. *Advances in Life Sciences* 1 (2): 54-58.

Estévez, I., M. Fernández y R. Montesino. 2012. Distribución espacial y de Crecimiento de las poblaciones de *Aphis spiraeocola* Patch (Homiptera: Aphidoidea) en brotes de mandarino 'Satsuma' (*C. reticulata* Blanco). *CitriFruit* 29 (2): 35-39.

González, L., D. Rodríguez, L. Valero, I. Bravo, Y. Hernández, Y. Martíñez y L. Pérez. 2013. Fluctuación poblacional y preferencia de vectores en seis cultivares de *Carica papaya* L., introducidos en Jagüey Grande, Cuba. IV Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. Mayabeque, Cuba.

Holman, J. 1974. Los áfidos de Cuba. Instituto Cubano del Libro. 297 pp.

Mazza, G. 2015. *Syzygium malaccense*. <http://www.photomazza.com>

Oliva H., M. E. Rodríguez, C. M. Noriega, D. Rivero, S. Delgado, V. Fuentes, S. Capote. 2010. La socialización de los frutales de menor presencia en la población cubana, en favor de la seguridad alimentaria. III Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. La Habana, Cuba.

Orwa C, Mutua A , Kindt R , Jamnadass R, Simons A. 2009. Agroforestree Database: a tree reference and selection guide version 4.0. <http://www.worldagroforestry.org>.

Parry, H.R. 2013.Cereal aphid movement: general principles and simulation modelling. *Movement Ecology* 1: 14-15.

Pérez, L., M. Borges, O. L. Díaz, D. Hernández, J. L. Rodríguez. 2010. Incidencia y relaciones ecológicas de las principales especies de áfidos en un campo de naranjo Valencia en la localidad de Ceiba del Agua. *CitriFruit* 27(2): 37-42.

Rincón, A., M. S. Tapia, F. C. Padilla. 2006. *Revista Facultad de Farmacia*. 66 (2): 73-78.

Rodríguez A. y P. Sánchez. 2005. Especies de frutales cultivadas en Cuba en la Agricultura Urbana. 3era Edición. La Habana. pág. 86.

Tamayo, R., N. N. Rodríguez, J. M. Matamoros, S. E. Vargas, J. B. Velázquez. 2011. Características y potencialidades de explotación de frutales pertenecientes a *Myrtaceae* de poco uso en la fruticultura cubana. *CitriFruit* 28(2):40-50.

Valdés Infante, J., N. N. Rodríguez, Bautista, M. M. Ortiz, A. Quiroz, L. F. Sánchez, A.M. Risterucci, W. Rhode. 2009. Amplificación cruzada de secuencias simples repetidas de guayabo (*Psidium guajava* L.) en otros representantes de *Myrtaceae*. *CitriFruit* 26(1):15-21.ISSN:1607-5072.

Vázquez, C., V. Figueroa, J. Lama.2004. Las plantas de nuestro huerto.3. Frutales tropicales. Editorial Proyecto Comunitario de Alimentos. ISBN: 959-7098-32-6.209-210.

Voegtlin, D., W. Villalobos, M. B. Sánchez, G. Saborío, C. Ribera. 2003. Guía de los áfidos alados de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 51(2): 65– 67.

Artículo científico

PREFERENCIA DE *ELAPHIDION* SP.N. (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) POR ESPECIES DEL GÉNERO *CITRUS* Y AFINES EN LA COLECCIÓN DE JAGÜEY GRANDE*

Livia González-Risco¹, Horacio Grillo-Ravelo², Giselle Sosa-Sánchez¹, Miguel Aranguren-González¹, Yanet Martínez-Suárez¹, Lázaro Valero-González¹ y Alejandro Sardiñas-Faget¹

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma. No. 3005 entre 30 y 32, Miramar, Playa. La Habana. Cuba.
E-mail: livia@citrovg.cu

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas "Marta Abreu". Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

*Recibido: 23 de octubre de 2014. Aceptado: 5 de abril de 2015

RESUMEN

En la colección de cítricos de Jagüey Grande se evaluó la preferencia de *Elaphidion* sp.n. por especies del género *Citrus* y afines. En cada cultivar se contabilizaron las afectaciones producidas por la plaga teniendo en consideración la proporción de plantas con ramas afectadas. Se estableció una escala arbitraria de cinco grados para determinar la intensidad del ataque. Las mayores afectaciones producidas por *E. sp.n.* se apreciaron en los naranjos, seguido por los pomelos, frutos ácidos y mandarinas. Los híbridos trifoliados, otros híbridos y los géneros afines presentan las menores incidencias de la plaga. La intensidad de ataque osciló entre 1-10 ramas afectadas por árbol dependiendo del cultivar. En naranjo las mayores afectaciones (6-10 ramas por planta) se apreciaron en ocho cultivares, sin embargo en pomelos las mayores incidencias (3-5 ramas), se observaron en tres cultivares. Los frutos ácidos mostraron las mayores afectaciones en cinco cultivares con 3-5 ramas afectadas, mientras que en las mandarinas nueve cultivares fueron los más afectados (3-8 ramas). La intensidad de ataque fue baja en los híbridos trifoliados, otros híbridos y géneros afines.

Palabras clave: *Elaphidion*, cultivares, cítricos.

Presence of *Elaphidion* sp.n. (Coleoptera: Cerambycidae) for species of *Citrus* genus and related in Jagüey Grande collection

ABSTRACT

The *Elaphidion* sp.n preference to *Citrus* species and genera alike was evaluated in the Jagüey Grande Citrus collection. Affectations in branches produced by the pest were estimated in each plant, taking into account the proportion of plants with affected branches. An arbitrary scale of five grades to determine the attack intensity was created. The highest affectations produced by *E. sp.n.* were observed in sweet oranges, followed by grapefruits, acid fruits, and mandarins. The trifoliate hybrids, other hybrids, and alike genera showed the lowest incidence of the pest. The intensity of the pest ranged from 1 to 10 affected branches per tree, independently of the cultivar. In the case of sweet oranges, the highest affectations (from 6 to 10 branches) were observed in eight cultivars, on the contrary, the highest incidence (3-5 branches) in grapefruits, were observed only in three cultivars. Plants of acid fruits showed the highest affectations in five cultivars (3 to 5) affected branches, and in nine cultivars of mandarins resulted the more affected (3 to 8 branches). The attack intensity in trifoliate hybrids, other hybrids and genera alike was low.

Key words: *Elaphidion*, cultivars, citrus

INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias a seguir, no sólo en Cuba sino a nivel mundial, es la conservación de los recursos fitogenéticos (Jarvis *et al.*, 2004 y Lagoda, 2007). De esta forma se evita que se produzcan pérdidas económicas por factores bióticos y abióticos (Rodríguez *et al.*, 2010).

Varios factores han incidido sobre la conservación de este recurso, entre los cuales se destacan la sustitución de genotipos locales por cultivares mejorados e híbridos, la deforestación, cambios en la tecnología

agrícola, el uso indiscriminado de agroquímicos y el ataque de plagas y enfermedades (Ventura, 2005). Entre las plagas que afectan la colección de cítricos de Jagüey Grande se encuentra la presencia de una nueva especie, un cerambícido anillador de ramas, que pertenece al género *Elaphidion* Serville (Coleoptera: Cerambycidae), (González, 2008a).

A nivel mundial existe información sobre diferentes especies de cerambícidos que constituyen una importante plaga para los cítricos. En países como España, Chile y Brasil se informan varias especies de barrena-

dores y anilladores que atacan diferentes partes de las plantas y pueden llegar a provocarles la muerte. Entre ellos se destacan los barrenadores *Callisphyrus apicicornis* (Fairmaire y Germain) y *Diploschema rotundicolle* (Audinet-Serville), y los anilladores *Epacroplon cruciatum* (Aurivillius) y *Campocerus violaceus* (White) (Jacas et al., 2004, Machado et al., 2007, Fuhrmann et al., 2012 y Rodríguez y Dolly, 2013).

En Cuba González et al., (2011a) informaron el ataque del cerambícido anillador de ramas *Elaphidion* sp.n en plantaciones cítricas de la Empresa de Cítricos "Victoria de Girón" en Jagüey Grande. Esta plaga realiza un anillado alrededor de la rama verde, en la zona del cambium, en la inserción con una rama seca, lo cual impide la circulación de nutrientes y provoca que la rama, al estar privada de ellos, termine por secarse en pocos días. Esto trae como consecuencia la caída de las flores y/o frutos que ellas sostienen. En la parte verde de la zona de anillamiento, la rama afectada exuda goma, lo que junto con el secado de la misma indica la presencia del ataque (González, 2011b). Estas afectaciones difieren de las descritas por Grillo y Valdiviés (1990) para *Elaphidion cayamae* Fisher.

A partir de su detección en las plantaciones cítricas, se iniciaron estudios relacionados con la biología del insecto, caracterización de los daños, dinámica de aparición de las afectaciones en dos cultivares cítricos (naranja 'Valencia' y pomelo 'Marsh'), enemigos naturales u otros insectos asociados a las galerías y factores de predisposición para inicio del ataque. Sin embargo, son escasos los estudios relacionados con la preferencia de *E. sp.n.* a otras especies cítricas o géneros afines, de ahí que el objetivo de este trabajo sea evaluar la preferencia de *E. sp.n.* por diferentes especies cítricas y géneros afines en la colección de Jagüey Grande.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la colección *ex situ* de cítricos de la Unidad Científico Tecnológica de Base de Jagüey Grande, provincia de Matanzas, perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La misma cuenta con un diseño de 23 hileras, plantadas a una distancia de 4 m x 6 m, bajo riego localizado. Existen 250 cultivares, con tres repeticiones de cada uno, para un total de 750 accesiones. Las labores fitotécnicas y fitosanitarias se realizaron según lo establecido en los Instructivos Técnicos (MINAG, 2011).

En el mes de mayor afectación de la plaga (agosto) se realizaron observaciones de los daños producidos por *E. sp.n.* (González, 2008a). Se contabilizó en cada

planta el número de ramas afectadas y se determinó la proporción de plantas con ramas afectadas. Las observaciones se realizaron según los síntomas descritos por González (2008 b).

Para determinar la intensidad de ataque de *E. sp.n.* en la colección de cítricos, se estableció, una escala arbitraria de cinco grados, según la cantidad de ramas afectadas por planta (Tabla I).

Tabla I. Escala de grados establecida para determinar la intensidad de ataque de *Elaphidion* sp.n. en la colección de cítricos de Jagüey Grande.

Gradología				
1	2	3	4	5
0 ramas afectadas	1-3 ramas afectadas	4-6 ramas afectadas	7-9 ramas afectadas	+ 10 ramas afectadas

Los datos se agruparon en: naranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osb. y *Citrus aurantium* Lin), pomelos (*Citrus paradisi* Macf.), Frutos ácidos (*C. aurantifolia* Burn y *C. limon* Burn, mandarinas (*C. reticulata* Blanco), híbridos trifoliados, otros híbridos y géneros afines.

Para el análisis de los datos se realizó una prueba de Comparación de proporciones mediante el empleo del Programa estadístico Statistica, version 6.1 (Stat Soft, INC 2003) y se determinaron las diferencias significativas para valores de $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se aprecia que las mayores afectaciones producidas por *E. sp.n.* en la colección de cítricos, se observaron en las naranjas con diferencias estadísticamente significativas con respecto a las demás especies. Los pomelos y frutos ácidos (limas ácidas y limones) reflejaron un comportamiento intermedio, seguido por las mandarinas. Resultados similares fueron obtenidos por Castellanos y Jiménez (1991), quienes observaron que los naranjos, mandarinos, y limero 'Persa' presentaron las mayores afectaciones producidas por el barrenador *E. cayamae*, que es abundante en las plantaciones cítricas de Jagüey Grande.

Estos resultados coinciden con lo observado por González (2008a) en plantaciones de cítricos de la empresa de cítricos "Victoria de Girón" en Jagüey Grande, quien al estudiar la aparición de ramas afectadas por *E. sp.n.*, observó que los naranjos eran más afectados por la plaga que los pomelos.

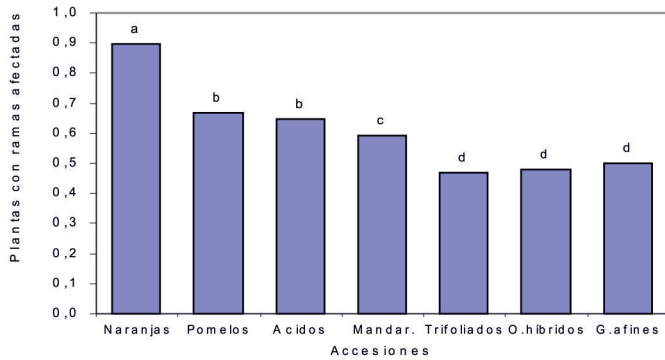


Fig. 1. Preferencia de *Elaphidion* sp.n. (Coleoptera: Cerambycidae) por especies cítricas y afines en la colección de Jagüey Grande.

Estos resultados coinciden con los observados por Vaccaro y J. Mousqués (2015), quienes señalan que la especie *D. rotundicollis* ataca todas las especies cítricas, y se observa una mayor preferencia de la plaga por los limeros y naranjas.

Las menores afectaciones producidas por *E. sp.n.* se apreciaron en los híbridos trifoliados, otros híbridos y los géneros afines, sin diferencias significativas entre ellos.

En la colección de cítricos se pudo apreciar que la intensidad de ramas afectadas por la plaga osciló entre 1-10 por planta, dependiendo del cultivar (Tabla II). Resultados similares obtuvo González (2008a) en plantaciones de naranjo Valencia en la empresa de cítricos "Victoria de Girón" en Jagüey Grande, quien observó una intensidad de 5-8 ramas por árbol, en los meses de mayor afectación (julio-agosto y septiembre).

En los naranjos las mayores afectaciones producidas por *E. sp.n.* se apreciaron en ocho cultivares, con una intensidad de ataque de 6-10 ramas afectadas por planta. Entre los más importantes se encuentran los naranjos Valencia 121, Valencia Temprana, Washington Navel y Valencia Temprana España que resultan de gran interés comercial. Esta plaga puede provocar serias pérdidas económicas, por el tipo de daño que ocasiona a las plantaciones. Según González (2008a) las pérdidas en frutos de naranjo Valencia en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre oscilan entre 3.8 y 279.3 kg/ha.

Vicente, (1991) al evaluar los daños provocados por *E. cayamae* en árboles de naranjo Valencia Tardía en Contramaestre informaron pérdidas de cosecha de 90.6 kg/ha en el mes de mayor afectación (agosto), y la población máxima de la plaga fue de 1053 larvas/ha.

Resultados similares obtuvieron Machado *et al.* (2007) en Sao Paulo, Brasil en plantaciones de cítricos, que-

nes observaron para la especie *E. cruciatum* una intensidad de ataque de 5-10 ramas afectadas por planta, con pérdidas entre 250 a 700 frutos por planta.

En los pomelos las mayores afectaciones se apreciaron en solo tres cultivares, con una intensidad de ataque de 3-5 ramas, siendo el Marsh JBC-430 de mayor importancia, por resultar de gran interés comercial. Es válido destacar que en los pomelos pigmentados Río Red, Star Ruby y Ray Ruby no se encontraron afectaciones de la plaga.

En las mandarinas nueve cultivares mostraron las mayores afectaciones producidas por *E. sp.n.*, observándose una intensidad de ataque de 3-8 ramas afectadas por planta, entre los cuales se encuentra la mandarina Dancy con importancia económica y en otros seis cultivares no se encontraron afectaciones.

En el grupo de los frutos ácidos las mayores incidencias de la plaga se apreciaron en cinco variedades, con intensidad de 3-5 ramas afectadas por planta.

En los híbridos trifoliados, otros híbridos y géneros afines la intensidad de ataque de *E. sp.n.* fue baja. Resultados similares obtuvieron en plantaciones de cítricos Grillo y Valdiviés (1990) para la especie *E. cayamae*, quienes observaron una intensidad de ataque de 1-2 ramas afectadas por árbol.

CONCLUSIONES

1. La intensidad de ramas afectadas en la colección de cítricos osciló entre 1 - 10 por planta en dependencia del cultivar.
2. *Elaphidion* sp.n. mostró mayor preferencia por los naranjos que por las otras especies cítricas y afines estudiadas, con una intensidad de ataque de 6-10 ramas afectadas por planta.
3. En naranjo las mayores afectaciones se apreciaron en ocho cultivares, tres en pomelo, cinco en los frutos ácidos (limas y limones) y nueve en las mandarinas.
4. Los híbridos trifoliados, otros híbridos y los géneros afines presentaron las menores incidencias de la plaga.
5. Los cultivares de mayor interés comercial más afectados por el ataque de *E. sp.n.* son los naranjos Valencia, Valencia Temprana, Washington Navel y Valencia Temprana España, el pomelo Marsh JBC-430 y la mandarina Dancy.

BIBLIOGRAFÍA

Castellanos, L. y R. Jiménez. 1991. Comportamiento del Barrenador de los cítricos, *Elaphidion cayamae* Fisher, en árboles de cítricos en la empresa Horquita. *Centro Agrícola* 18 (3):19.

- Fuhrmann, J.; Oliveira, M.M.; D. de Cassia; Sergio Ide, S.; Batista, A. 2012. Descrição da larva de último instar e pupa de *Epacroplon cruciatum* (Aurivillius) (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae) e notas biológicas. *Rev. Bras. Entomol.* 56 (1) São Paulo Jan./Mar. 2012 Epub Mar 29. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262012005000010>. Recuperado: 11 de noviembre de 2013.
- González L., H. Grillo L. Valero. 2011a. Identificación de nueva especie del género *Elaphidion* (Coleoptera: Cerambycidae) en la Empresa de Cítricos de Jagüey Grande. *Centro Agrícola* 38(2):19-22; enero-marzo.
- González L., H. Grillo L. Valero. 2011b. Caracterización de daños provocados por *Elaphidion* sp. n. en plantaciones cítricas de Jagüey Grande. *Centro Agrícola* 38(2):29-34; abril-junio.
- González, L. 2008a. Estudios bioecológicos de *Elaphidion* sp. n., plaga emergente de los cítricos en Jagüey Grande. Tesis en opción al Título de Master en Sanidad Vegetal. La Habana, 61 pp.
- González, L., H. Grillo y L. González. 2008b. Informe de afectaciones producidas por *Elaphidion* sp., nueva especie de cerambícido en las plantaciones cítricas de Jagüey Grande. *CitriFrut* 25(2):60-61.
- Grillo, H.; Valdiviés, I. 1990. Estudio Bioecológico de *Elaphidion cayamae* Fisher (Coleoptera: Cerambycidae), nueva plaga de los cítricos en Jagüey Grande (I). *Centro Agrícola* 17(2):42.
- Jacas, J. y A. Gómez M. Lloréis. 2004. *Diploschema rotundicollis* Audinet-Serville, Coleótera: Cerambycidae Taladro grande de los Citrus (Argentina), Broca dos citros, coleobrocas, o broca do caule, em português. Ficha coleccionable: Plagas exóticas. 2004. *Levante Agrícola* XLII: 370 1er Trimestre.
- Jarvis, D., V. Zoes, D. Nares, y Hogkin. 2004. On-Farm management of crop genetic diversity programme of work on agricultural biodiversity. *Plant Genetic Resources Newsletter* 138: 5-17.
- Lagoda, P. 2007. Plant Breeding y Genética Newsletter. FAO. IAEA. To Our Readers. P.1.
- Machado, L.; Oliveira, M.M. Da Silva, V.B. Ocorrência de *Epacroplon cruciatum* (Aurivillius, 1899) (Coleoptera: Cerambycidae) como uma nova praga para a citricultura paulista. 2007. Disponible en: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/pragacitrus/index.htm. Recuperado: 25 de diciembre de 2007.
- Ministerio de la Agricultura. 2011. Instructivos técnicos para el cultivo de los cítricos.
- Rodríguez R. y E. Dolly. 2013. Respuesta conductual y fisiológica de machos de sierra del manzano, *Callisphyrus apicicornis* (Coleoptera: Cerambycidae), a volátiles de hembras vírgenes. Tesis de Postgrado, Facultad de Ciencias agronómicas. Chile. Disponible en: <http://www.tesis.uchile.cl/handle/2250/113692>. Consulta: 5 de noviembre de 2013.
- Rodríguez, N., M.G. González, A. Simón, R. Jiménez, H. Lima, C. González, R. Jiménez, O. Mas y M. Morenza. 2010. Recursos genéticos del aguacatero (*Persea americana* Mill.) en Cuba. II. Agrupación de cultivares en sus grupos ecológicos a través de marcadores morfológicos y bioquímicos. *CitriFrut* 18 (1, 2, 3): 23-32.
- Stat Soft, INC (2003). Programa estadístico. Statistica, version 6.1.
- Vaccaro, N. y Mousqués, J. 2015. Manual para Productores de Naranja y Mandarina. Capítulo XI. Plagas y su control, 23 pp. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/manual-para-productores-de-naranja-y-mandarina-de-la-region-del-rio-uruguay/at_m. Recuperado: 24 de marzo de 2015.
- Ventura, G. 2005. Panel: Aspectos legais da protecao de cultivares e da utilizacao e intercambio de germoplasma. Anais Digitais do 30 Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Gramado-RS-Brasil.
- Vicente, A. 1991. Dinámica de daños provocados por *Elaphidion cayamae* Fisher en Contramaestre. *Centro Agrícola* (Sep.-Dic) 18 (3): 53-57.

Tabla II. Afectaciones producidas por *E. sp.n.* en diferentes especies cítricas y géneros afines en la colección de cítricos en Jagüey Grande.

Nombre común	Especies	Gradología				
		1	2	3	4	5
Naranjas	<i>C. sinensis</i> (L.) Osb.	Lue gim gong	Valencia Criolla	Thompson Navel	Valencia 121	Berna
		Mutación Navelinizada	Olinda Valencia	Natal	Valencia Temprana	
		Cotidiana ácida	China	Macrophylla	Washington Navel	
		Varía	Salustiana	Jardines	Murcia	
		China Veranes	Fina	Fischer EUA	Navelate	
		China Ponupo	San José	Queen	Natal	
		Shamouti	China L.M.	Shamouti	Pope Summer	
		Rocky Hill	Valencia Temprana	San Miguel		
		Page	Valencia late	Lane late		
		China A	Temprana EUA			
		Bonanza	Común			
		Newhall	Victoria Hamlin C.			
		Jaffa	Málaga			
		Hamlin Nuclear	Caipira IAC			
		Valencia Temprana España	Hamlin Nucelar			
		Koetan	China B			
		Sweet	Valencia Contra-maestre			
			Cadena fina			
			Nalima			
			Pinapple			
			Valencia Emc-27			
	<i>C. aurantium</i> L.	Agrio Hojas finas	Agrio Gou tou		Agrio Veranes	
		Agrio 1	Agrio Gigante			
Pomelos	<i>C. paradisi</i> Macf.	Star Ruby	Marsh Jibarito	Foster nuclear		
		Rio Red	Henderson	Red Mexican		
		Ray Ruby	Thompson	Marsh JBC-430		
			Triumph			
			Duncan			
			Henderson			
			Ruby Jagüey			
			Shambar			

Tabla II. Afectaciones producidas por *E. sp.n.* en diferentes especies cítricas y géneros afines en la colección de cítricos en Jagüey Grande (cont.).

Mandarinas e híbridos	<i>C. reticulata</i> Blanco	Clemenules	Oneco	Honey	Ellendale	
		Oroval	Kinnow	Clementard	Satsuma	
		Chivichana	Murcot	Kara		
		Sunki	Mand. Limón	Dancy		
			Valle	Kara		
				Dancy		
	<i>C. deliciosa</i> Tan.			Willowleaf		
	<i>C. nobilis</i> Lin.	Reina				
	<i>C. reshni</i> Hort. Ex Tan.	Cleopatra Japón				Cleopatra
Frutos ácidos (limas y limones)	<i>C. jambhiri</i> Lush	Lisbon	Fino	Rugoso		
	<i>C. limon</i> Burm	Webber	Perrine			
		Strong lisbon	Villa Franca			
			Allen Eureka			
			L-1			
			Fino			
	<i>C. aurantifolia</i>	Dulce de Palestina	Persa SRA+58			
		De Piquito	Rangpur			
			Persa			
			Dulce Redonda 2do frente			
	<i>C. limonia</i> sb.	Rangpur (Cravo de Brasil)				

Tabla II. Afectaciones producidas por *E. sp.n.* en diferentes especies cítricas y géneros afines en la colección de cítricos en Jagüey Grande (cont.).

Híbridos trifoliados	<i>(C. reticulata x C. sinensis) x C. paradisi</i>	Citrango Yuma	Citrango 35	Citrango Carrizo		
		Citrango Troyer				
		Citrango Rust				
	<i>Poncirus trifoliata x C. reticulata</i>	Citrandarín (48039)				
	<i>P. trifoliata x C. paradisi</i>	Citrumelo Swingle				
		Citrumelo F-80				
	<i>C. trifoliata x C. limon</i>	Citremon				
	<i>C. reticulata x P. trifoliata</i>	Clementina x Trifoliata (Brasil)				
	<i>C. reshni x P. trifoliata</i>	Cleopatra x Trifoliata (1532)	Cleopatra x Swingle (1524)			
		Cleopatra x Rubidoux (1660)				
		Cleopatra x Rubidoux (1517)				
		Cleopatra x Rubidoux (1518)				
	<i>C. limonia x?</i>	Rangpur x Trifoliata (60110)	Rangpur x Carrizo (1581)	Rangpur x Trifoliata (1648)		
		Rangpur x Carrizo (1511)				
Otros híbridos	<i>(C. reticulata x C. sinensis) x C. paradisi</i>	Tangorgelo				
	<i>C. reticulata x P. trifoliata</i>	Sunki x English (1519)				
	<i>C. aurantium x ?</i>	Taiguanica				
	<i>C. limon x C. sinensis</i>	L. Meyer				
	<i>C. reticulata x C. ichagensis</i>	H 16-18	Yuzu			
		H 16-73	H 16-13			
		H 16-28	H16-10			
		H 16-49	H 14-11			
		H 16-26				
	<i>C. reticulata x C. sinensis</i>	Clemelina	Maribel	Valentina	H 14-22	
		H 15-16				
	<i>C. reticulata x (C. reticulata x C. paradisi)</i>	H 6-8				
		H 6-5				
	<i>C. myrtifolia x C. sinensis</i>	H 13-31	T. Orlando	Tangor Ortanique	Tangor Temple	
		H 14-28	T. Minneola			
		T. Sumburst	Tang. Sampson			

Tabla II. Afectaciones producidas por *E. sp.n.* en diferentes especies cítricas y géneros afines en la colección de cítricos en Jagüey Grande (cont.).

Géneros afines		Cidrón	<i>C. Dukamarus.</i>	<i>C. Hystrix</i>	Grifo	
		<i>Severina buxifolia</i>	<i>C. Webberi</i>			
			<i>Flying Dragon</i>			
			Cidra Arizona			
			<i>Fortunella Japonika</i>			
			<i>Swinglea glutinosa</i>			

Artículo científico

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ARN Y ADN DE HOJAS DE FRE-SA (*FRAGARIA X ANANASSA DUCH*) PARA ENSAYOS DE REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA*

Xenia R. Ferriol-Marchena¹, Maritza Luis-Pantoja¹, Yoslane Ruiz², Lester Hernández-Rodríguez¹, Juana María Pérez-Castro¹

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave 7ma, # 3005 e/ 30 y 32, Playa. La Habana, Cuba.
E-mail: fitopatologia4@iift.cu

²Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Ave 31 e/ 158 y 190, Playa, P.O. Box 6162. Habana 10600. Cuba

* Recibido: 4 de mayo de 2015. Aceptado: 30 de junio de 2015

RESUMEN

El diagnóstico molecular de los patógenos que afectan la fresa se limita por la contaminación de extractos de ADN y ARN con polisacáridos y polifenoles residuales de los métodos de extracción de los mismos. El objetivo de este estudio fue evaluar métodos para la extracción de ADN y ARN a partir de tejidos de fresa que presenten calidad suficiente para el desarrollo de reacciones de PCR y RT-PCR y la posterior selección de los más adecuados para los ensayos moleculares. Se evaluaron tres métodos de extracción de ARN: Trizol, (Mazzara y James, 2000) y (Verwoerd *et al.* 1989). Se realizó un estudio espectrofotométrico de los extractos obtenidos, los métodos de (Mazzara y James 2000) y (Verwoerd *et al.* 1989) resultaron adecuados para la obtención de extractos de ARN con calidad. Se realizó un estudio de la estabilidad de los extractos obtenidos por el método con mejores resultados y se seleccionó como método de uso rutinario en el laboratorio el método de Mazzara y James (2000). Para la obtención de extractos de ADN se evaluaron dos: el método de Murray y Thompson (1980) y Murray y Thompson con modificaciones en el buffer de extracción. Los extractos de ADN obtenidos mediante el método de Murray y Thompson, (1980) fueron de poca calidad y a muy bajas concentraciones. La modificación de este método con la adición de compuestos antioxidantes mejoró considerablemente la calidad y el rendimiento de los extractos e hizo posible la amplificación de fragmentos de ADN de fitoplasmas a partir de extractos de plantas infectadas con este patógeno.

Palabras clave: fresa, ADN, ARN, reacción en cadena de la polimerasa

Comparison of RNA and DNA extraction methods from strawberry leaves (*Fragaria x ananassa Duch*) for polymerase chain reaction tests

ABSTRACT

Molecular diagnosis of pathogens affecting strawberry its limited by contamination of DNA and RNA extracts with residual polysaccharides and polyphenol extraction methods thereof. The objective of this study was to evaluate methods for extracting DNA and RNA from strawberry tissues with sufficiently quality to development of PCR reactions and RT-PCR and subsequent selection of the most appropriate quality for molecular assays. Three RNA extraction methods were evaluated Trizol (Mazzara and James, 2000) and (Verwoerd *et al.* 1989). A spectrophotometric study of the extracts was performed, the methods (Mazzara and James 2000) and (Verwoerd *et al.* 1989) were suitable for obtaining quality RNA extracts. A study of the stability of the extracts obtained by the method with better results was made and the method of Mazzara and James (2000) was selected as a method of routine use in the laboratory. To obtain DNA extracts two methods were evaluated: Murray and Thompson (1980) and Murray and Thompson with changes in extraction buffer. The DNA extracts obtained by the method of Murray and Thompson, (1980) were of poor quality and very low concentrations. The modification of this method with the addition of antioxidant compounds significantly improved the quality and performance of the extracts and enabled amplification of DNA fragments from extracts of phytoplasms plants infected with the pathogen.

Key words: strawberry, DNA, RNA, polymerase chain reaction

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x ananassa Duch*), un importante miembro de la familia Rosaceae, es uno de los frutos más populares en el mundo por su delicioso sabor y aroma. Además, se le atribuyen diversas propiedades nutritivas y medicinales (Ferriol, 2010). El cultivo de la fresa tiene un amplio rango de adaptación al clima y posee altos niveles de actividad antioxidante, lo cual

está ligado a los niveles de compuestos fenólicos y antocianinas en el fruto (Kannaujia *et al.*, 2014). Sin embargo, la producción y potencialidad de este frutal se ven afectados por varias enfermedades causadas por hongos, virus, bacterias y fitoplasmas que disminuyen considerablemente la producción del mismo, así como otras enfermedades y desórdenes de origen diverso y algunos desconocido (Martin y Tzanetakis, 2006).

El diagnóstico molecular de las enfermedades que inciden sobre este cultivo está limitado por la difícil obtención de extractos de ácidos nucleicos con una calidad adecuada. La baja calidad de los ácidos nucleicos obtenidos está asociada entre otros factores, al carácter recalcitrante de los tejidos y la presencia de una gran cantidad de metabolitos secundarios, como polisacáridos y polifenoles. Estos compuestos contaminan los extractos y hacen que la muestra se caracterice por contener una alta viscosidad y coloración parda. La presencia de estos metabolitos reduce e incluso inhibe totalmente la actividad de las enzimas ADN polimerasa ADN dependientes, ADN polimerasa ARN dependiente y endonucleasas, principales componentes de los métodos de diagnóstico y caracterización de patógenos: reacción en cadena de la polimerasa (PCR), PCR acoplada a la reverso transcripción (RT-PCR) y ensayos de polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción (RFLP), respectivamente (Ferreira *et al.*, 2011). Las sustancias más difíciles de eliminar en los procesos de aislamiento del ARN son los polifenoles debido a la oxidación de los mismos y los polisacáridos por la similitud de las propiedades físico-químicas con el ARN, lo que facilita la precipitación de ambos en el mismo paso de precipitación (Song *et al.*, 2011). Se han publicado numerosos trabajos relacionados con la extracción de ADN en plantas (Križman *et al.*, 2006; Deshmukh *et al.*, 2007; Matasyoh *et al.*, 2008; Sánchez-Coello *et al.*, 2012 y López *et al.*, 2011). En estos estudios se mencionan múltiples inconvenientes debido a la co-extracción de polisacáridos de alta viscosidad y polifenoles, los cuales actúan como inhibidores durante la extracción del ADN; observándose un color amarillento, pegajoso y viscoso (Deshmukh *et al.*, 2007).

Para que las técnicas basadas en amplificación de genes sean exitosas y se disminuya al máximo la posibilidad de detectar falsos negativos, es necesario contar con extractos de buena calidad, en particular cuando se van a utilizar técnicas cuantitativas (Hernández Guzmán y Guzmán Barney, 2013).

El cultivo de la fresa en Cuba no se encuentra ampliamente difundido debido, principalmente, a las diversas enfermedades que lo afectan y al difícil manejo del cultivo en las condiciones ambientales del país. La detección de un complejo de patógenos en este frutal como son el fitoplasma *Candidatus phytoplasma asteris* (Ferriol *et al.*, 2013), *Strawberry mild yellows virus* (SMYPV) y *Strawberry latent ringspot virus* (SLRV), transmitidos por áfidos y nematodos respectivamente (Alonso *et al.*, 2001), demuestran la presencia de enfermedades y sus vectores en las plantaciones de fresa en Cuba. Las nuevas áreas cultivadas en el país se establecen mediante la propagación vegetativa a par-

tir de la colecta de los estolones de las plantaciones adultas. El método de multiplicación disemina estos patógenos desde las viejas plantaciones a las nuevas, perpetuando así las infecciones y provocando la pérdida de la calidad y el valor económico de las mismas. Una de las principales medidas para el control de patógenos es la implementación de un sistema de producción de material de propagación sanitariamente certificado. La base de este sistema se compone de un conjunto de métodos de diagnóstico, entre los que se encuentran las técnicas moleculares. Estos procesos moleculares precisan de técnicas para la obtención de extractos de ADN y ARN con la calidad suficiente que permitan el desarrollo de las reacciones enzimáticas que involucren a los mismos. Tomando en consideración esta problemática, el objetivo del trabajo fue la evaluación de diferentes métodos para la extracción de ácidos nucleicos (ADN y ARN) y la posterior selección de los más adecuados para los ensayos moleculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se seleccionaron plantas de fresa de las variedades Misionaria, Oso Grande, Rabunda, Parker y Chandler procedentes de la Unidad Científico Tecnológica de Base de Alquizar (UCTB), perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). Estas plantas se trasplantaron a macetas en la sede del IIFT, bajo condiciones controladas hasta su uso para la purificación de los ácidos nucleicos.

Extracción de ARN

Se utilizaron tres métodos de extracción de ARN totales. El método del reactivo Trizol LS (Invitrogen, Carlsbad, CA, EE.UU.), se realizó siguiendo la metodología recomendada por el fabricante para muestras con alto contenido de carbohidratos.

El segundo método de extracción de ARN fue el propuesto por Mazzara y James, (2000), con la variación en la temperatura de incubación luego de añadir cloruro de litio (LiCl), en vez de incubar a -80 °C, se incubó a -55 °C por 1 hora. El resto del procedimiento se realizó igual a lo informado por los autores. El precipitado resultante se lavó dos veces con 0,5 ml de etanol 70 % (v/v) en NaCl 0,15 M. Después de cada lavado se centrifugó a 4 °C, por 10 min a 12 000 g, se secó por 20 minutos y finalmente se disolvió en 50 µL de H₂Odd tratada con Dietilpirocarbonato (DEPC).

Por último se realizó una extracción que igual al método de Mazzara y James, (2000) combina fenol, cloroformo y LiCl (Verwoerd *et al.*, 1989). En este caso se añadió el fenol conjuntamente con el tampón de

extracción y posteriormente se adicionó la mezcla del fenol cloroformo en proporción 24:1. La mezcla se mantuvo a -20 °C toda la noche para que ocurriera la precipitación del ADN y luego se centrifugó a 12 000 g durante 10 min a 4 °C. Posteriormente se desechó el sobrenadante y se disolvió el pellet en 250 µL de H₂O –tratada con DEPC. Luego se adicionó 0.1 volumen de NaAc 3 M pH 5.2 y 2 volúmenes de etanol absoluto y se precipitó a -20 °C por 20 min, se centrifugó a 13000 g 15 min a 4 °C y se eliminó el sobrenadante. El pellet resultante se lavó con aproximadamente 500 µL de etanol frío al 75 %, se invirtió 2 o 3 veces para mezclar y se centrifugó a 13000 g, durante 5 min a 4 °C. El sobrenadante resultante se eliminó. El pellet se secó a temperatura ambiente durante 20 min aproximadamente y se disolvió en 30 a 50 µL de H₂Odd tratada con DEPC. Los extractos se almacenaron a -55 °C hasta su uso.

La maceración de los tejidos se realizó en morteros de porcelana previamente esterilizados y con congelación en nitrógeno líquido. Para comprobar la calidad y eficiencia de cada método de extracción se realizó una electroforesis en gel de agarosa al 1,5 %. Los geles se tiñeron con bromuro de etidio 0,5 mg/mL según Sambrook *et al.* (1989). Finalmente las bandas se visualizaron en un transiluminador de 312 nm (UVI-TEC SXT-20-S). Todos los aditamentos usados para la electroforesis fueron tratados previamente con SDS al 0,1 % durante 30 minutos y posteriormente tres enjuagues con H₂Odd para evitar la degradación del ARN.

Quantificación de los ARN por absorbancia

Se preparó una dilución 1:50 de los extractos de ARN y se leyó a una densidad óptica de 230 nm, 260 nm y 280 nm utilizando un espectrofotómetro Nano drop. Posteriormente se calculó la relación 260 nm/230 nm y 260 nm/280 nm. La concentración de los ARN se calculó por la fórmula: concentración de ARN= DO 260 nm X dilución X 40 mg/ml.

Ensayos para control de la calidad y estabilidad de los extractos de ARN del método seleccionado

Teniendo en cuenta que el método de Mazzara y James (2000) es específico para la obtención de extractos de ARN a partir de hojas de fresa, se realizaron ensayos para determinar la calidad y estabilidad adecuada de los extractos obtenidos por este método. Con tal motivo, se realizó previamente una digestión de los extractos con DNAsa (Promega) y en presencia de RNasin para proteger el ARN y eliminar los restos de ADN. Luego de la digestión los extractos se pusieron en un termociclador Biometra UNO II durante 30 minutos a 37 °C, 10 minutos a 75 °C y finalmente 10 minutos en hielo. Por último se chequeó la ausencia de ADN en las

muestras en un gel de electroforesis al 0,8 % teñido con bromuro de etidio.

La RT-PCR se realizó con cebadores random primer y la amplificación por PCR con el par de cebadores de actina (Meiyalaghan *et al.*, 2005), (Tabla I) los cuales amplifican un fragmento de 506 pb del gen actina. La transcripción reversa transcurrió a partir de 1,0 µg de cada extracto de ARN obtenido y agua hasta completar 25 µL. La mezcla se desnaturizó durante 15 minutos a 70 °C, pasándose rápidamente a hielo durante 5 minutos. Luego se añadió la mezcla de reacción que contenía los nucleótidos dNTPs (0,2 mM), MgCl₂ (2 mM), buffer de reacción 1X y los cebadores a 0,4 µM. Por último se añadieron 3u de la enzima AMV reverse transcriptase (Promega, Madison, EE.UU.). La reacción de PCR se realizó con 2,5 µL del ADNc y la mezcla compuesta por buffer de reacción 1X, MgCl₂ (2,0 mM), dNTPs (0,2mM), cebadores de actina F:5 y R:5 0,4 µM (Tabla I) y 1,5 u de la enzima Taq-Polimerasa (Promega. EUA) completar a un volumen final de 25 µL con agua. En la reacción se utilizó el siguiente programa i-3 min a 95 °C, ii-1 min a 95 °C, iii-1 min a 55 °C y iv-1 minuto a 72 °C, repitiéndose 35 veces del paso ii-iv. Por último se mantuvo a 72 °C por 5 minutos para la extensión final. Todas las reacciones fueron realizadas en un equipo Biometra UNO II.

La estabilidad de los extractos de ARN obtenidos mediante el procedimiento se evaluaron por la observación visual de los extractos almacenados durante uno y dos meses a -50 °C luego de separados mediante electroforesis en geles de agarosa al 1,5 % y teñidos con bromuro de etidio (Sambrook *et al.*, 1989).

Extracción de ADN

Para la obtención de los ADN totales de las plantas de fresa se utilizaron dos procedimientos de extracción: la metodología basada en el uso del detergente biológico Bromuro de cetil trimetil amonio (CTAB), propuesta por Murray y Thompson (1980) y esta misma metodología con modificaciones en el tampón de extracción. En resumen, se maceraron 500 mg de tejido vegetal, tomando las nervaduras centrales de las hojas con síntomas. El macerado se realizó con N₂ líquido en morteros de porcelana hasta obtener un polvo fino. Luego se siguió la metodología sugerida por Murray y Thompson (1980) y la misma técnica con variaciones en el buffer de extracción. Las variaciones fueron la inclusión de los agentes antioxidantes Dietilditiocarbamato (DIECA), 10 mM, ascorbato de sodio 25 mM y bisulfito de sodio 25 mM. La calidad y concentración de los ácidos nucleicos purificados fue determinada mediante una electroforesis en gel de agarosa al 0,8 % teñido con bromuro de etidio

Tabla I. Cebadores utilizadas en las reacciones de amplificación del fragmento del gen actina mediante RT-PCR y ADNr 16S de mollicutes por PCR, para comprobar la calidad de los productos de extracción de ARN y ADN, respectivamente.

Gen	Cebador	Secuencia (5'-3')	Referencia	Talla esperada
actina	F:5	GATGGCAGAAGGCGAAGATA	Meiyalaghan, 2005	506 pb
	R:5	GAGCTGGTCTTTGAAGTCTCG		
ADNr 16S de mollicutes	P1	AAGAGTTTGATCCTGGCTCAGGATT	Deng y Hiruki, 1991; Schneider et al., 1995	1,8 kb
	P7	CGTCCTTCATCGGCTCTT		
	R16F2n	GAAACGACTGCTAAGACTGG	Gundersen y Lee, 1996	1,2 Kb
	R16R2	TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG		

0,5 mg/mL y tampón TAE 1X, según (Sambrook et al., 1989).

Ensayos para control de la calidad y estabilidad de los extractos de ADN del método seleccionado

Se comprobó la calidad del PCR, para el método seleccionado, mediante reacciones de PCR anidado (nPCR) para la amplificación del fragmento del ADNr16S a partir de los extractos de ADN obtenidos de plantas infectadas con *Candidatus phytoplasma asteris* (Ferriol et al., 2013). Se utilizaron los pares de cebadores universales para fitoplasmas: P1/P7 (Deng y Hiruki, 1991; Schneider et al., 1995) y R16F2n/R16R2 (Gundersen y Lee, 1996) (Tabla I). Para la amplificación se utilizó una mezcla con solución amortiguadora de PCR 1X; MgCl₂ (2,0 mM); dNTPs (0,2 mM); cebadores P1 y P7 (0,5 µM); 3 u de Taq Polimerasa (Promega) y 50 ng de los ADN totales para un volumen final de 40 µl a completar con agua desionizada estéril. El programa de amplificación fue el siguiente: i- 4 min 94 °C ii- 30 segs a 94 °C, iii- 30 seg a 58 °C y iv- 90 seg a 72 °C, repitiéndose 35 veces del paso ii-iv y una extensión final de 10 minutos a 72 °C.

El producto obtenido se reamplificó en la reacción anidada utilizando los pares de cebadores R16F2n y R16R2 en una mezcla de reactivos de solución amortiguadora PCR 1X (Promega); MgCl₂ 2,0 mM; dNTPs 0,2 mM; cebadores a 0,5 µM cada uno y 3u de TaqPolimerasa (Promega); agua desionizada estéril hasta un volumen final de 39 µL y se adicionó 1 µL del producto resultante de la primera amplificación. El programa de amplificación fue: i- 1 min 94 °C ii- 30 segs a 94 °C, iii- 60 seg a 56 °C y iv- 90 seg a 72 °C, repitiéndose 35 veces del paso ii-iv y una extensión final de 10 minutos a 72 °C. Se emplearon como controles positivos para el ensayo de PCR anidado; ADN de vicaria (*Catharantus roseus* (L.) G. Don) (planta infectada con fitoplasma) y extractos de ADN de planta infectada con el fitoplas-

ma Apple proliferase. Además, ADN de planta sana de fresa propagada por cultivo *in vitro* de meristemos y mantenidas en aislador climatizado como control negativo. En todos los casos previamente comprobados mediante nPCR/HaeIII (PCR anidada y digestión de los productos nPCR con la endonucleasa de restricción HaeIII) (Cronjé et al., 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de extractos de ARN a partir de hojas de fresa

Mediante el método del reactivo Trizol LS los extractos obtenidos fueron extremadamente viscosos y turbios. En la electroforesis en gel de agarosa al 1,5 % no se observaron bandas correspondientes a ARN ribosomales (Figura 1A, carriles 1 y 2). Sin embargo, con el mismo método pero al procesar tejidos de piña y cítricos (utilizados como control del método de extracción) se observaron las bandas correspondientes a los diferentes ARN ribosomales, aunque con cierta degradación de los productos (Figura 1A, carriles 3 y 4). Los contaminantes que copurifican, además de contaminar los ácidos nucleicos aumentan considerablemente la viscosidad de la muestra, afectando tanto la calidad como la cantidad del ácido nucleico que se obtiene (Asif et al., 2000). Este resultado evidenció que el método del Trizol no es adecuado para la obtención de extractos de ARN a partir de tejidos de fresa lo que coincide con resultados obtenidos por otros investigadores (Meisel et al., 2005).

Por este motivo se evaluaron los métodos de Mazzara y James (2000) y Verwoerd et al. (1989) que combinan solventes orgánicos con LiCl. Se ha planteado la gran utilidad de este reactivo para la precipitación diferencial del ARN, ya que no es efectivo en la precipitación de ADN, carbohidratos o proteínas, permitiendo una precipitación eficiente del ARN. Sin embargo, Rubio y Zapata (2011) han informado que en ocasiones las al-

tas concentraciones de LiCl pueden contribuir con un incremento en la cantidad de impurezas (polifenoles y carbohidratos), afectando la concentración y calidad del ARN.

La electroforesis de los productos obtenidos a partir de ambos métodos mostraron la obtención de las bandas pertenecientes a los ARN ribosomales tanto en las plantas de fresa, como en las de piña y cítricos, aun-

que se observaron ligeras diferencias entre ambos procedimientos. En los productos obtenidos por el método de Verwoerd et al. (1989) se observó mayor nitidez de las bandas correspondientes a los diferentes ARN ribosomales, sin embargo, el método de Mazzara y James (2000) también reveló las bandas correspondientes a los ARN ribosomales aunque el tiempo de corrida de la electroforesis en gel de agarosa fue mayor, por lo cual las bandas se observan más separadas. (Figura 1B).

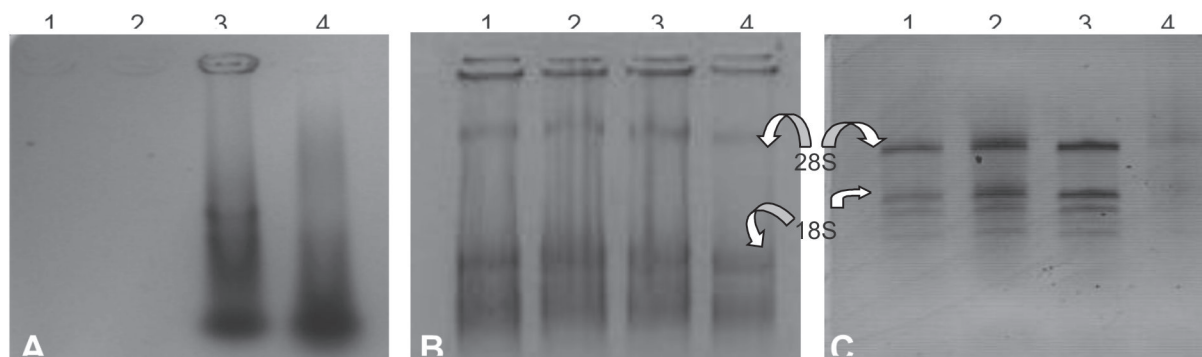


Fig. 1. Electroforesis en gel de agarosa al 1,5% de un volumen de 5 µl de los productos de ARN obtenidos mediante los métodos: (A) Trizol LS (B) (Mazzara y James, 2000), y (C) (Verwoerd et al. 1989). Carriles: 1 y 2: extractos ARN de fresa; 3: extracto ARN de piña y 4: Extracto ARN de cítricos.

Para determinar si existían diferencias en la calidad de los productos obtenidos se comprobó la pureza mediante las relaciones de absorbancia (A_{260}/A_{230}) y (A_{260}/A_{280}). Los mejores valores en las relaciones de absorbancia de los extractos de ARN se obtuvieron con el método de Verwoerd et al. (1989) y la relación 260 nm/230 nm no alcanzó valores altos en ninguno de los dos productos, lo que puede indicar contaminaciones de los extractos con residuos de polisacáridos y polifenoles (Figura 2). En la literatura se plantea que los valores en las relaciones de absorbancias de muestras puras de extractos de ARN totales se encuentran en el rango de 1,8 nm a 2 nm (Technical Bulletin Nano Drop).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por espectrofotometría se realizó la evaluación de la estabilidad y calidad de los extractos de ARN obtenidos mediante el método de Mazzara y James, 2000. La evaluación se realizó mediante la observación visual de los extractos separados en geles de agarosa y almacenados durante uno y dos meses a -50 °C. En la electroforesis de los productos en todos los tiempos de almacenaje se observaron las bandas que se corresponden a los ARN ribosomales, lo que sugiere la estabilidad de los extractos en las condiciones evaluadas (Figura 3). No obstante, se puede deducir de la observación de los geles que se produjo una disminución en las cantidades de ARN en cada uno de los extractos, lo que está

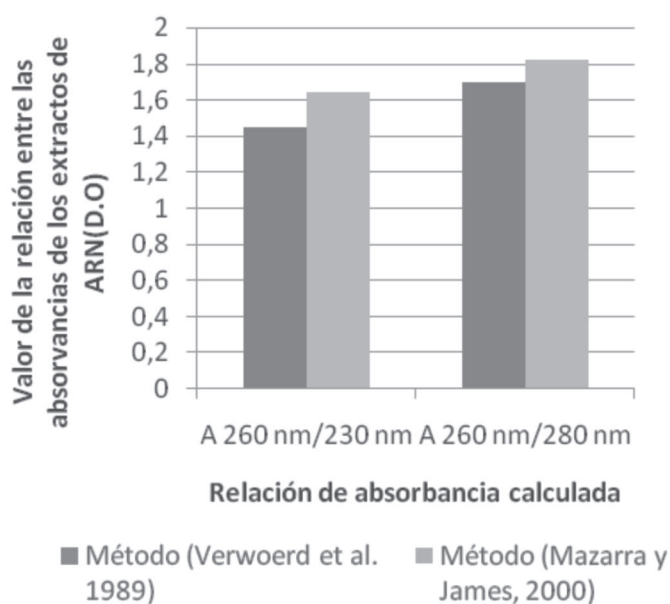


Fig. 2. Relaciones de absorbancia determinadas para los extractos de ARN obtenidos mediante el procesamiento de tejidos de fresa a partir de los procedimientos de extracción de (Mazzara y James, 2000) y (Verwoerd et al., 1989).

en correspondencia con la pérdida de estabilidad de los extractos de ARN en el tiempo (Schneiderbauer et al., 1991).

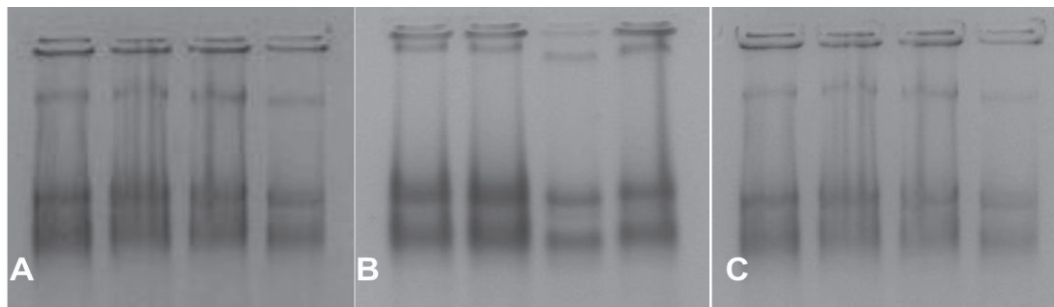


Fig. 3. Electroforesis en gel de agarosa al 1,5 % de un volumen de 5 μ l de los productos de ARN obtenidos por el método de Mazzara y James, (2000) a partir de cuatro plantas de fresa y analizados en el momento de la extracción (A), un mes después de realizada la extracción (B), y dos meses después de realizada la extracción (C).

Para analizar si los extractos obtenidos tenían calidad para realizar ensayos de RT-PCR se evaluó la amplificación de un fragmento de aproximadamente 506 pb del gen actina utilizando los cebadores F:5 y R:5 (Meiyalaghan *et al.*, 2005) y los extractos de ARN obtenidos como molde para la reacción (Tabla I). Estos genes son de expresión constitutiva al ser transcripcional y traduccionalmente activos en todas las células eucariotas, independientemente del tejido, órgano, edad u otra condición de la planta (Zhang *et al.*, 2005). Al realizar la RT-PCR con una digestión previa con DNAsa del extracto de ARN para eliminar los contaminantes de ADN, se obtuvieron amplicones de aproximadamente 506 pb los cuales se amplificaron a partir del ARNm del gen actina (Figura 4). Este resultado evidenció que los extractos de ARN se obtuvieron con suficiente calidad para ser empleados en ensayos de amplificación por RT-PCR. El uso de cebadores de genes constitutivos como actina y cox han sido utilizados por otros autores como controles internos de los ensayos, sobre todo en

el seguimiento de las plantas transgénicas que requieren de técnicas que permitan el análisis molecular para comprobar la integración y expresión del gen foráneo en el genoma de la planta (Zabaleta *et al.*, 2008).

Tomando en cuenta que las relaciones en las absorbancias fueron similares, la menor laboriosidad del método, así como la estabilidad y calidad de los extractos de ARN obtenidos mediante el método de Mazzara y James (2000), se seleccionó este como el método de uso rutinario en el laboratorio porque a pesar de ser informado como método para obtención de extractos de ARN de fresa, además puede ser utilizado para procesar otros cultivos como cítricos con resultados satisfactorios.

Extracción de ADN

Para desarrollar un protocolo eficiente y confiable para la extracción y purificación de ADN genómico de hojas de fresa, se propuso una modificación del método propuesto por Murray y Thompson (1980) donde se adicionaron tres componentes al buffer de extracción. Este método con la inclusión de antioxidantes en el buffer de extracción fue el que se seleccionó para los posteriores estudios. Los extractos obtenidos por el método original de Murray y Thompson se obtuvieron con muy poca calidad y degradados (Figura 5 A) lo cual pudiera estar relacionado con el alto contenido de polisacáridos y polifenoles que presenta este frutal y que co-purifican con los ácidos nucleicos. Sin embargo, cuando se utilizó este método con las variaciones en el buffer de extracción, los extractos se obtuvieron con una mayor calidad y en muy pocos casos degradados.

Esto se debe a que este método de extracción incluyó reactivos en el tampón de extracción como DIECA, ascorbato de sodio y bisulfito de sodio, que son agentes antioxidantes capaces de remover los compuestos polifenólicos y polisacarídicos presentes en cantidades elevadas en los tejidos de este cultivo. Estos compues-

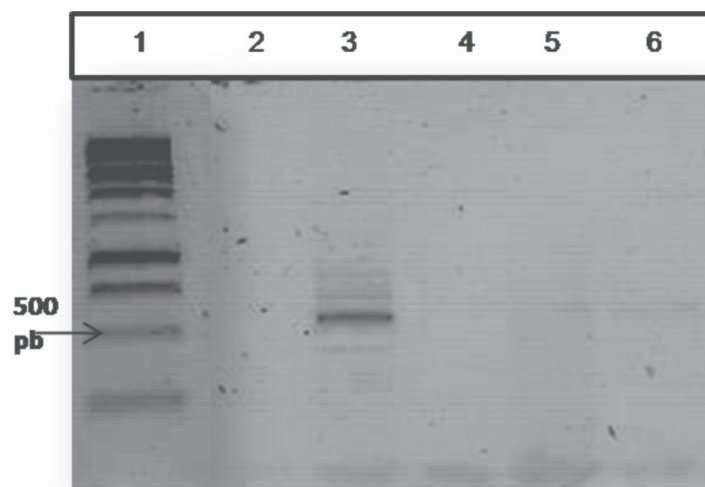


Fig. 4. Electroforesis en gel de agarosa al 1,5 % del producto de la RT-PCR utilizando los cebadores F:5 y R:5 que amplifican un fragmento de 506 pb del gen actina. Carriles 1: Marcador de peso molecular 1Kb (Promega); 2: Control de H₂O; 3-6 productos de la RT-PCR a partir de cuatro extractos de ARN de tejidos de fresa.

tos añadidos reducen considerablemente la viscosidad del extracto, facilitando de este modo el pipeteo y una mejor amplificación por PCR.

Aunque ambos procedimientos (modificado y no modificado) producen ADN al final del proceso de purificación, la cantidad y la calidad del material genético obtenido por el método basado en el tampón modificado se incrementó (Figura 5A, B). Durante los pasos de precipitación de ADN con isopropanol y la formación del pellet por centrifugación, en el método sin modificar, se obtuvieron pellets con coloración carmelita oscuro, mientras que en los extractos obtenidos por el método modificado, los pellets fueron más claros. Al eliminar este tipo de compuestos en los pasos iniciales de la purificación se logran extractos más limpios y con una mayor calidad.

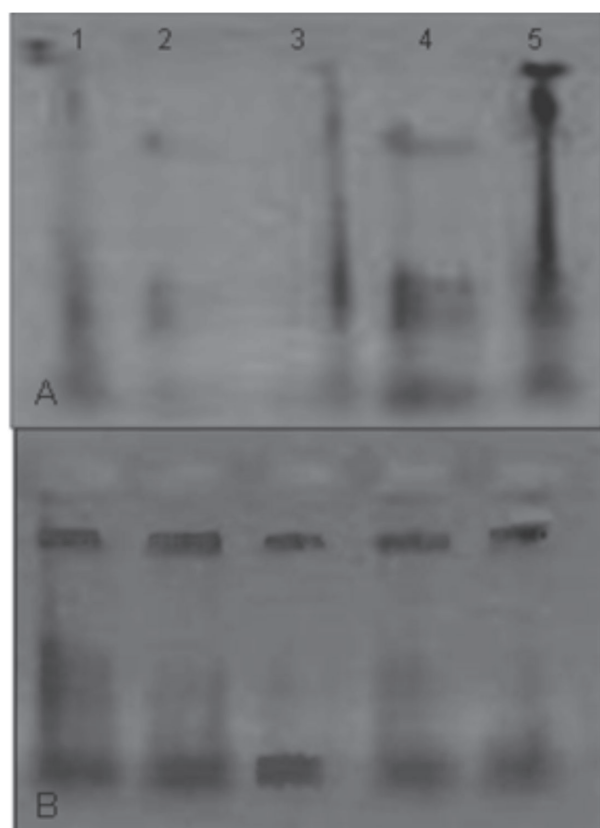


Fig. 5. Electroforesis en gel de agarosa al 0,8 % de un volumen de 5 µl de los productos de ADN obtenidos por: A) método de Murray y Thompson (1980) y B) Murray y Thompson modificado. Carriles 1-5 extractos de plantas de fresa con síntomas.

Los extractos con mala calidad debido a la presencia de diferentes contaminantes pueden incidir en los análisis moleculares posteriores como es el caso de la PCR, donde un extracto turbio o con una alto contenido de polisacáridos y polifenoles puede interferir negativamente. De esta manera se puede inhibir la actividad

de la enzima taq polimerasa y por ende afectar los resultados esperados.

La calidad de los extractos de ADN obtenidos con la inclusión de los compuestos antioxidantes al método de extracción de Murray y Thompson (1980) fue comprobada al utilizarlos como moldes en una reacción de PCR anidada para detección de fitoplasmas y utilizando los pares de cebadores P1/P7, y R16 F2n y R16R2 (Tabla I) (Figura 6) donde se obtienen amplificaciones para tres muestras de extractos de fresa (figura 6 carriles 10, 11 y 12) que luego de la PCR anidada y digestión con la enzima Hae III se comprobó la infección por *Candidatus phytoplasma asteris* (Ferriol et al., 2013) en tres de las plantas procesadas.

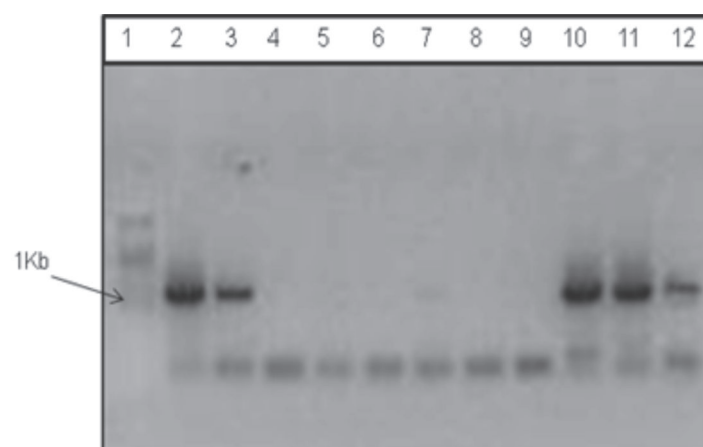


Fig. 6. Electroforesis en gel de agarosa al 0,8% de los productos de la nPCR para fitoplasmas con los extractos obtenidos por el método de extracción de Murray y Thompson modificado Carril (1): Marcador de peso molecular 1KB (Promega), (2): control positivo Apple. Proliferase, (3): Control positivo ADN de planta de vicaria infectada con fitoplasmas, (4-12): Muestras de ADN de fresa procesadas, (10-12): Muestras de de ADN de fresa procesadas infestadas por *Candidatus phytoplasma asteris*.

Diversos han sido los protocolos utilizados para la obtención de extractos de ADN y ARN de plantas de fresa con calidad, entre ellos la utilización de una liofilización previa y polivinilpirrolidona (PVP). De esta manera los extractos se obtienen con una gran calidad, claros y traslúcidos (Ferreira et al., 2011), sin embargo, el hecho de liofilizar los mismos encarece el proceso y es difícil cuando se procesan una gran cantidad de muestras periódicamente.

CONCLUSIONES

1. El método del Trizol LS usado comúnmente en la extracción de ARN no resultó adecuado para la obtención de extractos de ARN del cultivo de la fresa probablemente por el alto contenido de polisacáridos y polifenoles que contiene este frutal.

2. Se seleccionó como método de extracción de ARN para plantas de fresa el método de Mazzara y James (2000) para uso rutinario en el laboratorio teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los estudios espectrofotométricos, así como la estabilidad y calidad de los extractos de ARN.

3. Se seleccionó el método de Murray y Thompson (1980) modificado como el método más eficiente para la extracción de ADN de plantas de fresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso M., Cueto J. R., Pérez J., Rodríguez M. J., Velázquez K., Batista L., Hernández M. R., and D. González. 2001. Primer informe de la presencia de virosis en cultivos de fresa (*Fragaria ananassa* Duch) en Cuba. Caribbean Division Meeting Abstracts. June 11-15, La Habana, Cuba.
- Asif, M.H., P. Dhawan and P. Math. 2000. A simple procedure for the isolation of high quality RNA from ripening banana fruit. *Plant Mol. Biol. Rep.*, 18:109-115.
- Deshmukh, V.P., Thakare, P.V., Chaudhari, U.S. and Gawande, P.A. 2007. A simple method for isolation of genomic DNA from fresh and dry leaves of *Terminalia arjuna* (Roxb.) Wight and Argot. *Electronic Journal of Biotechnology* 10(3):468-472.
- Ferreira Nunes. C., Ferreira. J.L, Nunes Fernandes. MC., De Souza Breves. S., Leal Generoso. A., Fontes Soares. B D., Carvalho Dias, Ms., Pasqual. M., Borem. A., De Almeida Cançado. G M. 2011. An improved method for genomic DNA extraction from strawberry leaves. *Cienc. Rural* 41 (8) Santa Maria Aug.
- Ferriol, X. 2010. Propiedades nutritivas y otras curiosidades de la fresa. *CitriFrut* 27(2):72'74.
- Ferriol X, Hernández L, Luis M, García-G, Banguela A, Pérez JM. 2013. First report of a 'Candidatus *Phytoplasma asteris*' isolate affecting a strawberry nursery in Cuba. *New Disease Reports* 28, 19.
- Gundersen, D. and Lee I-M. 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assay using two universal primer pairs. *Phytopathology Mediterranean*, 35: 144-151.
- Hernández G, A, K y Guzmán B, M, 2013. Comparación de métodos de extracción de RNA para la detección por RT-PCR del Potato yellow vein virus (PVYV) en diferentes órganos de *Solanum tuberosum* grupo Phureja. *Rev. Colomb de Biotecnología* 15 (1):71-81.
- López-Mora, P, López-Gutiérrez., A, Marulanda-Ángel., M. 2011. Estandarización de la extracción de ADN genómico en *Tabebuia rosea* (Bertol.) Dc. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Okén. *Temas Agrarios* 16:(2) 28 - 41.
- Matasyoh, L.G., Wachira, F.N., Kinyua, M.G., Thairu, A.W. and Mukama T.K. 2008. Leaf storage conditions and genomic DNA isolation efficiency in *Ocimum gratissimum* L. from Kenya. *African Journal of Biotechnology* 7(5):557-564.
- Martin R. Robert and Tzanetakis E., 2006. Characterization and recent advances in detection of strawberry viruses. *Plant Disease*. 90 (4).
- Mazzara, M and James, D. 2000. The influence of photoperiodic growth condition on isolation of RNA from strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) *Tissue Molecular Biotechnology* 15 (3): 237-241.
- Meiyalaghan, S.; Davison, M.; Takla, G. F.F.; Wratten, S. and Conner, A. J. 2005. Effectiveness of four cry genes in transgenic potato for conferring resistance to potato tuber moth. *Plant Molecular Biology Report* 3: 1-3.
- Meisel, L., Fonseca, B., González, S., Baeza-Yates, R., Cambiazo, V., Campos, R., Gonzalez, M., Orellana, A., Retamales, J. and Silva, H. 2005. A Rapid and Efficient Method for Purifying High Quality Total RNA from Peaches (*Prunus persica*) for Functional Genomics Analyses. *Biol. Res* v.38 n.1 Santiago 2005 <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-97602005000100010>.
- Murray M G and Thompson W F. 1980. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Research* 8 (19):4321-4326.
- Sambrook, J., Fritsch E.F. and Maniatis T. 1989. In molecular cloning: A laboratory manual, 2nd Ed. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory, pp 9.31-9.37.
- Križman, M., Jakše, J., Baričević, D., Javornik, B. and Prošek, M. 2006. Robust CTAB activated charcoal protocol for plant DNA extraction. *Acta Agriculturae Slovenica* 87(2):427-433.
- Sánchez-Coello, N, G., Luna-Rodríguez, M., Vázquez-Torres, M., Sánchez-Velásquez, LR., Santana-Buzzy, N., Octavio-Aguilar, P. e Iglesias-Andreu, G. 2012. Rev. Chapingo vol.18 no.1 Chapingo ene./abr. 2012 <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.03.024>.
- Rubio, J. and Zapata, O. 2011. Isolation of total RNA from tissues rich in polyphenols and polysaccharides of Mangrove plants. *Electron J. Biotechn.* (14) 5 [<http://dx.doi.org/10.2225/vol14-issue5 fulltext-10>].
- Schneiderbauer A, Sandermann JR H. and Ernst D. 1991. Isolation of functional RNA from plant tissues rich in phenolic compounds. *Anal Biochem*; 197:91-5. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697\(91\)90360-6](http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697(91)90360-6).
- Schneider B., Seemüller E., Smart C. and Kirkpatrick C. 1995. Phylogenetic classification of plant pathogenic mycoplasma-like organisms or phytoplasmas. In: Razin R., Tully J.G., (eds.). *Molecular and Diagnostic Procedures in Mycoplasma*, pp. 369-380. Academic Press, San Diego, USA.
- Song, H., Liu Y., Hu, G., Qin, Y. and Lin, S. 2011. An improved method for total RNA isolation from Recalcitrant loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) *Buds. Pak. J. Bot.*, 43(2): 1163-1171, 2011.
- Technical Bulletin Nano Drop. T009.
- Verwoerd TC, Dekker BM and Hoekema A. 1989. A small scale procedure for the rapid isolation of plant RNAs. *Nucleic Acids Res* 17(6): 2362.
- Zhang, W. M.; Zhang, Y.; Zhang, L. H.; Wang, S. G.; Zhu, T. Y.; Lin, D. and Ma, G. Z. 2005. Nucleotide sequence and mRNA expression analysis of b-actin gene in the orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* Fish. *Physiology and Biochemistry* 31, 373-383.
- Zabaleta M, Yaya M. y Chaparro A. 2008. Comparación de dos kits de RT-PCR en la detección de ARNm de dos genes endógenos de papa (*Solanum tuberosum* spp. *andigena*). *Rev. Colomb. Biotecnol* 10 (2).

Artículo científico

EVALUACIÓN DE CUATRO PROTOCOLOS DE EXTRACCIÓN DE ADN EN HOJAS FRES-CAS DE ACEROLA (*MALPIGHIA EMARGINATA*)*

Yohaily Rodríguez-Alvarez¹, Juliette Valdés-Infante-Herrero¹, Eduardo Canales-López²

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave 7ma. no. 3005, e/ 30 y 32, Playa, La Habana. Cuba.
E-mail: mejoramiento3@iift.cu

²Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Ave. 31 e/ 158 y 190, Playa, La Habana, Cuba.

* Recibido: 17 de noviembre de 2014. Aceptado: 26 de mayo de 2015

RESUMEN

La extracción de ADN es relativamente simple, pero resulta difícil adquirir ADN de alta calidad y concentraciones suficientes en tejido vegetal. La acerola (*Malpighia emarginata*) es conocida por sintetizar un amplio espectro de polisacáridos, polifenoles y otros metabolitos secundarios que interfieren con la extracción de ADN genómico puro. Los frutos de la acerola son una importante fuente natural de vitamina C (ácido ascórbico), pero se conoce muy poco sobre la genética de esta especie en Cuba. Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar cuatro protocolos para la extracción de ADN genómico en acerola: el CTAB California; Doyle y Doyle, seguido de una purificación por columna con kit NucleoSpin; Murray y Thompson y Sreelakshmi con algunas modificaciones. La cantidad y calidad de los ADN extraídos fue evaluada por ensayo espectrofotométrico y electroforesis en gel de agarosa al 0.8 %. Los métodos evaluados: CTAB California, Doyle y Doyle, Murray y Thompson no mostraron ningún resultado aceptable, pues la cantidad y pureza de los ADN extraídos no fue suficiente para los estudios moleculares posteriores. El método de Sreelakshmi con modificaciones resultó el más eficiente para el aislamiento de ADN de calidad en el cultivo de la acerola.

Palabras clave: *Malpighia emarginata*, extracción de ADN, contaminantes

Evaluation of four extraction protocols in frish acerole (*Malpighia emarginata*) leaves

ABSTRACT

It is relatively simple the extraction DNA, but it is difficult to acquire genomic high-quality and enough DNA from plant tissue. Acerola (*Malpighia emarginata*) is known for synthesizing long polysaccharides, poly-phenols and other secondary metabolites spectrums that interfere with the extraction of pure genomic DNA. The acerola fruits are an important natural vitamin C source (ascorbic acid), but the knowledge in Cuba about genetic on this species is too short. The objective of this study was to evaluate four protocols for the extraction of genomic DNA in acerola: CTAB California; Doyle and Doyle followed by purification for column with kit NucleoSpin; Murray and Thompson; Sreelakshmi with some modifications. The quantity and quality of DNA extracted was evaluated by photometric trial, electrophoresis in 0.8 % agarose gel. The evaluated methods: CTAB's California method, Doyle and Doyle method, Murray and Thompson method don't show any acceptable result, the quantity and pure of the extracted DNA was not enough for later molecular study. Sreelakshmi method with modifications was the most efficient for the isolation of DNA of quality in the acerola crop.

Key words: *Malpighia emarginata*, extraction of DNA, contaminants

INTRODUCCIÓN

La acerola (*Malpighia emarginata* D.C) es una planta típica de países de clima tropical, originada en el sur de México, América Central y en la región del norte de Sudamérica donde aparece como un arbusto de aproximadamente 4.5 m de altura. La clasificación botánica de la acerola ha sido controvertida, pues originalmente, los botánicos clasificaron la cereza de Barbados como *M. glabra* y la cereza de las Indias Occidentales como *M. punicifolia* mientras otros propusieron que *M. emarginata* podría resultar de la hibridación entre estas especies. En 1986, el Consejo Internacional de Recursos Genéticos Vegetales mani-

festó que *Malpighia emarginata* es el nombre correcto para la cereza de las Indias Occidentales y rechazó el uso de *M. glabra* como un sinónimo (Mondin et al., 2010; Spegiorin et al., 2002).

La acerola es una fruta con una suave pulpa amarilla y ácida, que presenta contenidos de ácido ascórbico (vitamina C) en el rango de 1030 a 3309 mg/100 g de materia comestible, es decir de 1 a 3 g de vitamina C en 100 g; además de calcio (30 mg/1000 g), sodio (8 mg/100 g), hierro (1 mg/100 g), fósforo (25 mg/100 g) y potasio (83 mg/100 g). Razón por la cual estos frutos poseen un valor nutritivo importante y lo hacen poten-

cialmente útil como un antioxidante, siendo así una de las más importantes fuentes naturales de vitamina C (Mezadri *et al.*, 2006).

Se cultiva en Sudamérica, siendo Brasil su productor principal. En Cuba, la acerola es conocida probablemente desde los años 80, pero no fue hasta finales de los años 90 que comenzaron a ser seleccionadas plantas para el establecimiento de colecciones de acerola como la de la Unidad Científico-Tecnológica de Base (UCTB) de Alquizar, provincia Artemisa, perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT).

La existencia de cultivares definidos, se basa en caracteres agronómicos y marcadores morfológicos. Sin embargo estos marcadores existen en número limitado y su expresión génica puede estar sujeta a variaciones del ambiente. Por tal motivo han sido utilizados los marcadores moleculares en el análisis genético de plantas y en la caracterización de la variabilidad genética contenida en los bancos de germoplasma (Spegiorin *et al.*, 2002).

Aunque existen una gran cantidad de protocolos de aislamiento de ADN para plantas, es difícil adquirir ADN de alta calidad y concentraciones suficientes en tejido vegetal, libre de polisacáridos, polifenoles y otros metabolitos secundarios que interfieren con la extracción de ADN genómico. Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar cuatro protocolos para la extracción de ADN de hojas frescas de acerola, purificado y en cantidad adecuada para realizar análisis moleculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Para la extracción de ADN se usaron hojas jóvenes de acerola (*M. emarginata*), colectadas en la Unidad Científico-Tecnológica de Base (UCTB) de Alquizar, provincia Artemisa, perteneciente al Instituto de Investiga-

ciones en Fruticultura Tropical (IIFT) de Cuba. Ubicada en los 22° 47' de latitud norte y los 82° 31' de longitud oeste a 11 m sobre el nivel del mar y con una topografía llana de pendiente 0°. Los suelos son Ferralítico Rojo Compacto, Ferralítico Rojo Hidratado; con pH: 5.5- 6.5 (Rodríguez *et al.*, 1999). El material vegetal empleado tuvo diferentes procedencias: semillas introducidas de Brasil, prospecciones realizadas en: La Habana; Alquizar y Güira de Melena, Artemisa (Tabla I).

Protocolos de extracción de ADN

El material vegetal se desinfectó con etanol al 70 % y se lavó con agua destilada para eliminar los posibles agentes contaminantes de campo. Se pesaron 5 g de tejido vegetal por cada muestra y se maceraron con nitrógeno líquido, en los tres primeros protocolos.

El primer protocolo evaluado en esta investigación fue el del CTAB California con modificaciones (Ramírez *et al.*, 2004). El tampón de extracción en este protocolo incluía: 2 % bromuro de hexadeciltrimetilamonio (CTAB), 100 mM Tris/HCl (pH 8.0), 2 % polivinilpirrolidona_40 (PVP40), 1.4M cloruro de sodio (NaCl), 20 mM ácido etilendiamino tetraacético (EDTA), 25 mM ascorbato de sodio, 25 mM bisulfito de sodio y 10mM dietilditiocarbamato (DIECA). Añadiendo β Mercaptoetanol al 0.2 % previo a su uso. Una vez añadido a los tubos el tampón de extracción se continuó con los pasos de cloroformo, isopropanol, etanol 70 %, solución TE (1M Tris/HCl y 0.5 M EDTA) y TE/RNasa; así como la purificación por columna con kit NucleoSpin (Macherey y Nagel, 2002).

El segundo método utilizado en este estudio fue el de Doyle y Doyle (1990); es un protocolo clásico. El buffer de extracción en este protocolo incluyó: 2 % CTAB, 100mM Tris/HCl (pH 8.0), 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA, adicionando β mercaptoetanol 0.2 % antes de usarlo. Al adicionar el tampón de extracción a los tubos se procedió con los pasos de cloroformo, isopropanol, etanol 70 % y solución TE y TE/RNasa. Al concluir la extracción

Tabla I. Accesiones de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) empleadas para la evaluación de los cuatro protocolos de extracción de ADN

No.	Accesión	Procedencia	No.	Accesión	Procedencia
1	Lisset	Alquizar, Cuba	8	Domingo	Alquizar, Cuba
2	Víctor	Güira de Melena, Cuba	9	Anabel	Brasil
3	Kevin	Brasil	10	Camila	La Habana, Cuba
4	Títica	Brasil	11	Amanda	Brasil
5	Helen	UCTB Alquizar, Cuba	12	Vitico	Güira de Melena, Cuba
6	Miguel	La Habana, Cuba	13	Puerto Rico	Desconocida
7	Javier	Güira de Melena, Cuba	14	Antonio	Desconocida

por este protocolo se realizó una purificación del ADN obtenido por columna con kit NucleoSpin (Macherey y Nagel, 2002).

El tercer protocolo que se probó fue el método de Murray y Thompson (1980). El tampón de extracción contenía: 1 % CTAB, 50 mM Tris/HCl (pH 8.0), 0.7M NaCl, 10 mM EDTA y 1 % β mercaptoetanol. Añadiendo cloroformo-isoamilalcohol (24:1), isopropanol y etanol 70 %.

El cuarto método que se evaluó en el estudio fue el Protocolo de Purificación de ADN Total descrito por Sreelakshmi *et al.* (2010) con algunas modificaciones. Se adicionó tejido vegetal cortado en fragmentos pequeños a tubos eppendorf de 2 mL que contenían: perla de acero inoxidable (aproximadamente 5 mm), 20 mg polivinilpirrolidona (reticulada) PVPP y 750 μ L buffer de extracción (100 mM Tris pH 7.5- 8.0, 500 mM NaCl, 50 mM EDTA pH 8.0, 10% Dodecil sulfato de sodio (SDS) y 0.2 M β mercaptoetanol) y se homogenizó en Tissue Lyser a 30Hz. Se incubaron las muestras 30 min a 65 °C y 5 min a temperatura ambiente. Luego se añadieron 400 μ L de 6 M acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$ o NH_4Ac) frío a los tubos eppendorf y se incubaron en hielo 15 min. Las muestras se centrifugaron a 12000 rpm 10 min y se pasó el sobrenadante (aproximadamente 650 μ L) a tubos de 1.5 mL. Se adicionó 4 μ L de RNasa y se incubó 30 min a 37 °C. Se agregó igual volumen (aproximadamente 650 μ L) de Isopropanol frío y se incubó 2 h a -20 °C. Se centrifugó a 12000 rpm 10 min, se lavó con etanol 70 % (1mL) y se centrifugó a 12000 rpm 5 min. Posteriormente se repitió el paso anterior de lavado, pero con 0.5 mL de etanol 70 %, desechando entonces el sobrenadante y centrifugando 1min para con la ayuda de una pipeta eliminar los restos de alcohol, igualmente se dejó secar completamente al aire el pellet resultante. Se resuspendió este en 100-200 μ L de TE 1x, dejándolo toda la noche a 4 °C. Al siguiente día se incubaron las muestras 5 min a 65 °C, luego se centrifugaron a 12000 rpm 10 min y se pasó el 85 % del volumen total a un nuevo tubo.

Análisis cuantitativo y cualitativo de los ADN extraídos

La calidad de todos los ADN extraídos, empleando los diferentes protocolos estudiados, se determinó por electroforesis en gel de agarosa al 0.8%, teñido con Bromuro de Etidio. Los registros fotográficos fueron tomados bajo un transiluminador ultravioleta usando una cámara para documentación de geles. La cantidad de ADN obtenido se midió con las lecturas de las absorbancias a 260 y a 280 y la relación 260/280, para así calcular la concentración de los mismos, empleando el GenQuant.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Protocolo CTAB California (Ramírez *et al.*, 2004)

El protocolo del CTAB California, muy efectivo para el aislamiento de ADN en frutales con alto contenido de polisacáridos y polifenoles, no resultó efectivo para los ejemplares de acerola evaluados. La concentración del ADN extraído fue mala, pues no se distinguieron bandas de ADN sino una mancha lo cual indicó su degradación y la presencia de polisacáridos y otros contaminantes en la muestra de ADN (Figura 1A).

Varios protocolos han sido utilizados para el aislamiento eficiente de ADN en plantas. Sin embargo, muchos de estos métodos son a menudo especie específicos. Varios protocolos descritos para el aislamiento de ADN de hierbas medicinales y de plantas aromáticas no logran producir ADN de buena calidad, pues estas plantas contienen cantidades excepcionalmente altas de metabolitos secundarios que interfieren con el aislamiento de ADN. Para dar solución a este problema es muy empleado el CTAB que al ser un detergente iónico fuerte, es utilizado para facilitar la separación de proteínas de los ácidos nucleicos en extracciones de materiales biológicos (Abu-Romman, 2011; Doosty *et al.*, 2012).

Resultados similares obtuvo Abu-Romman (2011) que comparó cuatro protocolos basados en el uso del CTAB con diferentes modificaciones en el buffer de extracción para extraer ADN de *Salvia officinalis* conocida como salvia, planta con propiedades medicinales. Estas modificaciones incluían el uso de PVP con carbón vegetal activado (Krizman *et al.*, 2006), aislamiento basado en CTAB con purificación por columnas (Sarwat *et al.*, 2006) e incluyendo tratamiento de acetato de cobre (II) (Bokszczanin y Przybyla, 2006). Solo modificando el buffer de extracción se obtuvieron resultados positivos y los mejores resultados se lograron al remover los indeseados polisacáridos y polifenoles, usando el carbón activado y el PVP.

De igual modo le ocurrió a Souza *et al.* (2012) al probar cuatro protocolos conocidos para la extracción de ADN de plantas, para minimizar problemas como la contaminación por polisacáridos, lo cual es más pronunciado en material de hojas adultas de *Dimorphandra mollis*, especie botánica de leguminosa en la familia de las Fabáceas. El ADN producido estaba altamente contaminado con compuestos secundarios, resultando una solución de ADN viscosa y de color marrón lo que hace difícil su manipulación e indica contaminación por compuestos fenólicos (Moreira y Oliveira, 2011).

El último paso de este protocolo que consistía en la purificación del ADN obtenido con kit NucleoSpin, no solucionó las dificultades del ADN extraído, pues en el gel de agarosa no se observó ninguna banda que indicase la presencia de ADN (datos no mostrados), lo que hace pensar que este se perdió durante la purificación por columna.

Protocolo Doyle y Doyle (1990) – seguido de una purificación por columna con kit NucleoSpin (Macherey y Nagel, 2002)

El protocolo del CTAB de Doyle y Doyle (1990), tampoco resultó efectivo para las accesiones de acerola evaluadas (Figura 1B). Este protocolo se basa en la lisis y purificación con CTAB que selectivamente precipitan ADN al mantener la solubilidad de muchos polisacáridos (Ribeiro y Lovato, 2007).

Utilizando este protocolo las dificultades encontradas al trabajar con las diferentes accesiones de esta especie fueron causadas por la presencia de abundantes polisacáridos. La presencia de estos polisacáridos fue indicada por la textura viscosa, parecida a goma de todos los extractos en todas las fases de aislamiento de ADN. Esta textura del ADN dificultó incluso la resuspensión del pellet pues además de que mostró una

consistencia que entorpecía la total dilución del ADN en el buffer TE, se tornó de color marrón claro. Estos problemas pudieran deberse a la ineficacia de eliminar polisacáridos del método de CTAB original, por lo que habría que utilizar otro protocolo de aislamiento.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Mornkham *et al.* (2012) con cuatro genotipos de Ar-tichoke de Jerusalén, en un estudio comparativo de cinco métodos de extracción de ADN genómico. Tampoco resultó efectivo para Borges *et al.* (2012) quienes evaluaron otros dos protocolos basados en el método del CTAB, resultando el más efectivo el de Ferreira y Grattapaglia (1998) con modificaciones como: el uso de la proteinasa K en el buffer de extracción y cambios en la velocidad de centrifugación. Pero no coinciden con lo informado por Rodríguez *et al.* (2009) y Alonso *et al.* (2009) en aguacate (*Persea americana* Mill) y papayo (*Carica papaya* Lin.) respectivamente, quienes utilizando este protocolo lograron obtener, un ADN con la calidad y concentración necesarias para el trabajo con marcadores moleculares.

El tratamiento de ADN con el kit NucleoSpin es muy empleado actualmente y su función es eliminar las impurezas que se originan en el proceso de obtención de

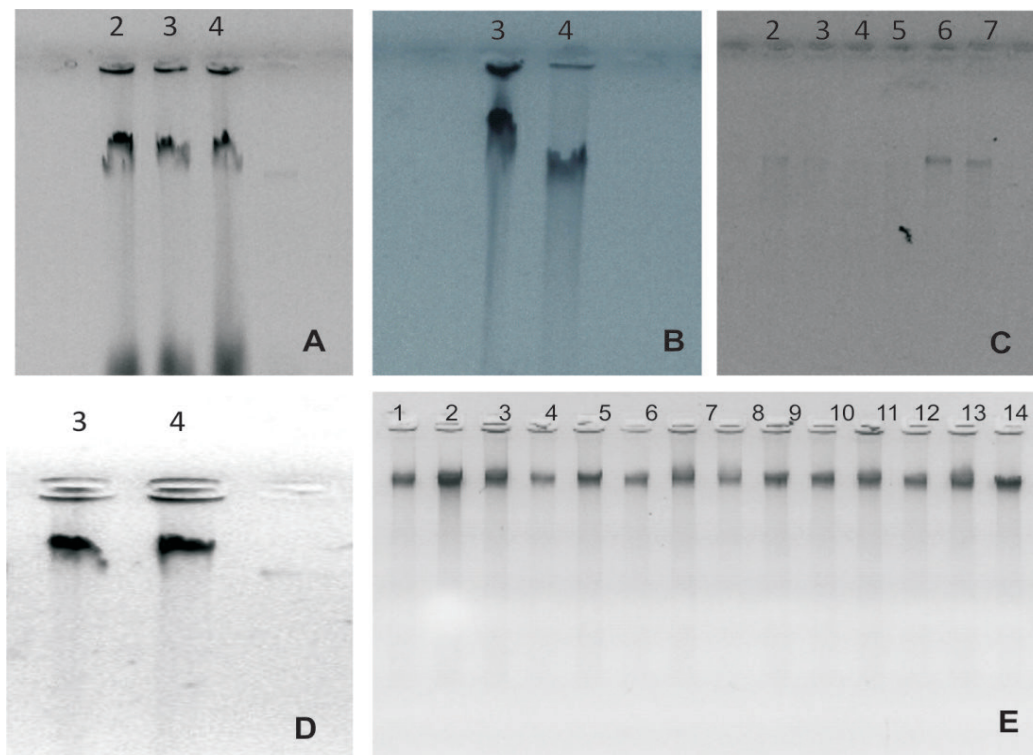


Fig. 1. Gel de agarosa al 0,8 % del ADN genómico total aislado de hojas jóvenes de *Malpighia emarginata* extraídos por los siguientes protocolos: A. CTAB California; B. Protocolo Doyle y Doyle; C. Doyle y Doyle – seguido de una purificación por columna con kit NucleoSpin; D. Murray y Thompson; y E. Sreelakshmi con modificaciones.

ADN, luego de culminado el protocolo de extracción que se haya empleado. Las impurezas que se evidenciaron en las extracciones de ADN están relacionadas con las propiedades físico-químicas de los compuestos que precipitan junto a esta molécula: ARN, proteínas y polisacáridos. A pesar de haber empleado este tratamiento de purificación, no se obtuvo ADN con concentraciones suficientes para ser utilizado en trabajos de biología molecular, donde un ADN de calidad y cantidad adecuada es imprescindible. En la figura 1C se pueden observar diferencias en cuanto a la concentración del ADN extraído. Las muestras 6 y 7 rindieron bandas de mayor concentración que el resto, por lo que no se obtuvo una homogeneidad en la obtención de cantidades de ADN en todas las muestras.

Murray y Thompson (1980)

El protocolo de Murray y Thompson (1980) resultó efectivo pues los ADN extraídos tuvieron buena concentración pero se observan contaminados (Figura 1D) y para los estudios con marcadores moleculares se necesita un ADN muy limpio, por lo que se descartó este método.

Estos resultados coinciden con los mencionados por Lutz *et al.* (2011) que evaluaron este protocolo sin obtener buenos extractos de ADN. Por ello basados en el protocolo de Murray y Thompson describieron protocolos optimizados para el aislamiento de ADN nuclear en ocho especies diferentes de monocotiledóneas y eudicotiledóneas.

De igual modo ocurre con Doosty *et al.* (2012) en albahaca (*Satureja khuzistanica*) obteniendo ADN de calidad con el protocolo de Murray y Thompson con modificaciones que incluían: cambio en el tiempo de incubación, concentraciones altas de NaCl, cambios de temperatura en la fases de centrifugación, el uso de la proteinasa K y tampón TE con alta cantidad de sal.

Sreelakshmi *et al.* (2010) con modificaciones

Este protocolo de purificación de ADN total constituye una transformación de los protocolos descritos por Sreelakshmi *et al.* (2010) y el de Zhou *et al.* (2010). Ha sido usado con resultados positivos para la extracción de ADN de cítricos, plátano y otros cultivos.

El método de Sreelakshmi *et al.* (2010) con algunas modificaciones permitió la obtención de ADN en cantidad y calidad adecuados, en todos los representantes de acerola (*Malpighia emarginata*) utilizados en el estudio (Figura 1E).

El éxito de este protocolo pudiera deberse, en primer lugar, al uso de SDS como componente del tampón

de extracción; el SDS es un detergente aniónico que actúa como agente solubilizante de proteínas y de componentes de tejidos y membranas, su función fundamental en la extracción del ADN es la de romper las paredes y membranas celulares. En cambio el CTAB es un detergente catiónico fácilmente removible por dilución, que permite la solubilización de compuestos de tipo polisacáridos.

En segundo lugar, un factor que pudiese haber contribuido a la mayor eficiencia de este protocolo, es la adición de PVPP (polímero de alto peso molecular, inerte químicamente e insoluble en agua) que tiene como función principal la formación de complejos con los polifenoles a través de enlaces por puente de hidrógeno, aumentando así la posibilidad de remover los polisacáridos (Xiang *et al.*, 2002 y Ausubel *et al.*, 2005 referido por Valdés-Silverio *et al.*, 2012).

Un elemento que favoreció la total homogenización de las muestras, logrando la ruptura de la pared celular de la célula vegetal, sin deterioro del ADN de interés, fue el empleo de una perla de acero inoxidable, así como que los componentes fueron previamente embebidos en N₂ líquido. Otro factor que pudiese haber contribuido a la mayor eficiencia de este método con respecto a los otros, es el hecho de usar acetato de amonio (sal de amonio del ácido acético) que en estas cantidades, ayudó a remover las proteínas, desnaturizando los enlaces sulfúricos en la estructura de las proteínas y formando un precipitado que por centrifugación puede eliminarse del sobrenadante.

Todas las preparaciones incluyeron β-mercaptoetanol, que actúa como un reductor fuerte quebrando los vínculos disulfúricos intramoleculares durante la homogeneización; así como un paso de tratamiento con RNasa para quitar la contaminación de ARN en los extractos de ADN.

Estos resultados coinciden con los de Pérez-Vicente *et al.* (2014) que utilizaron este protocolo de extracción de ADN, obteniendo ADN de buena concentración y pureza, en un estudio de prevención y diagnóstico de la enfermedad en bananos causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza Tropical 4. Pero no coincide con Doosty *et al.* (2012) que al evaluar cuatro protocolos de extracción de ADN en plantas, resultó el de mejores resultados el basado en buffer de extracción CTAB, a pesar de que también evaluaron el de Dellaporta (1983) que utiliza SDS en el buffer de extracción.

CONCLUSIONES

El método de Sreelakshmi con modificaciones fue el más eficiente para el aislamiento de ADN con la concentración y pureza necesarios para los estudios genéticos en el cultivo de la acerola (*Malpighia emarginata*).

BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Romman, S. 2011. Comparison of methods for isolating high quality DNA from sage (*Salvia officinalis*). *Journal of Medicinal Plants Research* 5(6): 938-941.
- Alonso, M.; M. Bautista; M. Ortiz; A. Quiroz; W. Rohde y L. F. Sánchez. 2009. Caracterización de accesiones de papaya (*Carica papaya* L.) a través de marcadores AFLP en Cuba. *Rev. Colomb. Biotecnol* XI (2): 31-39.
- Bokszczanin, K. y A.A. Przybyla. 2006. Copper (II) acetate improves the quality of pear (*Pyrus*) DNA during extraction. *Plant Mol. Biol. Rep.* 24: 249a-249d.
- Borges, D.B.; M.B. Amorim; A.M. Waldschmidt; E. Mariano-Neto; C.V. Vivas y D.G. Pereira. 2012. Optimization of DNA extraction from fresh leaf tissues of *Melanoxylon brauna* (Fabaceae). *Genet. Mol. Res.* 11 (2): 1586-1591.
- Dellaporta, S.L. 1983. Wood J and Hicks JB A plant DNA miniprep: version II. *Plant Mol Biol Rep.* 1: 19-21.
- Doyle, J.J. y J.L. Doyle. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12: 13-5.
- Doosty, B.; R. Drikvand; E. Salahvarzi; H. Amiri y J. Hadian. 2012. Comparative analysis and optimization of different DNA extraction protocols in *Satureja khuzistanica*. *International Journal of Biology* 4 (4).
- Ferreira, M.E. y D. Grattapaglia. 1998. Introdução ao Uso de marcadores moleculares em análise genética. Brasília: Embrapa – Cenargen, 3ª edição, 220p.
- Krizman, M.; J. Jakse; D. Baricevic; B. Javornik y M. Prosek. 2006. Robust CTAB-activated charcoal protocol for plant DNA extraction. *Acta Agric. Slovenica* 87: 427-433.
- Lutz, K.A.; W. Wang; A. Zdepski y T.P. Michael. 2011. Isolation and analysis of high quality nuclear DNA with reduced organellar DNA for plant genome sequencing and resequencing. *BMC Biotechnology* 11: 54.
- Macherey y Ángel. 2002. NucleoSpin Extract. Germany: 3-13.
- Mezadri, T.; M.S. Fernández-Pachón; D. Villaño; M.C. García-Parrilla y A.M. Troncoso. 2006. El fruto de la acerola: composición y posibles usos alimenticios. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 56(2): 101-109.
- Mondin, M.; C.A. De Oliveira y M.L. Carneiro. 2010. Karyotype characterization of *Malpighia emarginata* (Malpighiaceae). *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal – SP.* 32(2): 369-374.
- Moreira, P. A. y D. A. Oliveira. 2011. Leaf age affects the quality of DNA extracted from *Dimorphandra mollis* (Fabaceae), a tropical tree species from the Cerrado region of Brazil. *Genetics and Molecular Research* 10 (1): 353-358.
- Mornkham, T.; P.P. Wangsomnuk; P. Wangsomnuk; S. Jogloy; A. Pattanothai y B. Fu. 2012. Comparison of five DNA extraction methods for molecular analysis of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*). *Genet. Mol. Res.* 11 (1): 572-581.
- Murray, M.G. y W.F. Thompson. 1980. Rapid isolation of high-molecular-weight plant DNA. *Nucleic Acids Res* 8: 4321-4325.
- Pérez-Vicente, L.; M.A. Dita y E. Martínez de la Parte. 2014. Technical Manual Prevention and diagnostic of *Fusarium Wilt* (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4 (TR4). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Ramírez, I.; N.N. Rodríguez; J. Valdés-Infante; M. Capote; D. Becker y W. Rohde. 2004. Isolation of genomic DNAs from the tropical fruit trees avocado, coconut, guava and mango for PCR-based DNA marker application. *Cultivos Tropicales* 25 (1): 33-38.
- Ribeiro, R. A. y M.B. Lovato. 2007. Comparative analysis of different DNA extraction protocols in fresh and herbarium specimens of the genus *Dalbergia*. *Genetic Molecular Research* 6:173-187.
- Rodríguez, N.N.; G. González; A. Simón; R. Jiménez; O. Más y M. Morenza. 1999. Recursos genéticos del aguacatero (*Persea americana* Mill) en Cuba. I. Prospección, colecta, establecimiento de la colección, selección y caracterización de cultivares. *CitriFrut* 17(1, 2 y 3): 27-32.
- Rodríguez, N.N.; J.L. Fuentes; O. Coto; V.R. Fuentes; I.M. Ramírez; D. Becker; I. Rodríguez; C. González; X. Xiqués; M.I. Román; B. Velázquez y W. Rohde. 2009. Agro-morphologic traits, isoenzyme and DNA markers for estimating the polymorphism levels, discriminating capacity and informativeness in avocado. *Revista CENIC Ciencias Biológicas* 40: 1.
- Rohde, W.; A. Kullaya; A. Rodríguez y E. Ritter. 1995. Genetic analysis of *Cocos nucifera* L. by PCR amplification of spacer sequences separating a subset of copalike Eco RI repetitive elements. *J Genet & Breed* 49: 179-186.
- Sahu, S.K.; M. Thangaraj y K. Kathiresan. 2012. DNA Extraction protocol for plants with high levels of secondary metabolites and polysaccharides without using liquid nitrogen and phenol. International Scholarly Research Network, ISRN Molecular Biology 6.
- Sarwat, M.; M.S. Negi; M. Lakshmikumaran; A.K. Tyagi; S. Das y P.S. Srivastava. 2006. A standardized protocol for the genomic DNA isolation from *Terminalia arjuna* for genetic diversity analysis. *Elec. J. Biotech.* 9: 86-91.
- Souza, H.A.V.; L.A.C. Muller; R.L. Brandão y M.B. Lovato. 2012. Isolation of high quality and polysaccharide-free DNA from leaves of *Dimorphandra mollis* (Leguminosae), a tree from the Brazilian Cerrado. *Genet. Mol. Res.* 11 (1): 756-764.
- Spejorin, M.F.; C.de F. Ruas; P.M. Ruas y V. Carpentieri-Pípolo. 2002. Uso de marcadores moleculares na análise da variabilidade genética em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal – SP.* 24(1): 015-022.
- Sreelakshmi, Y.; S. Gupta; R. Bodanapu; V. Singh; M. Hanjabam; S. Thomas; V. Mohan; S. Sharma; R. Srinivasan y R. Sharma. 2010. NEAT-TILL: A simplified procedure for nucleic acid extraction from arrayed tissue for TILLING and other high-throughput reverse genetic applications. *Plant Methods* 6: 3.
- Valdés-Silverio, L.A.; N. Herrera; J. Valdés-Infante; N. N. Rodríguez; P. Guntin; B. Velázquez e Y. Rodríguez-Álvarez. 2012. Estandarización de un protocolo para el aislamiento de ADN en frutales tropicales pertenecientes a la familia Sapotaceae. *CitriFrut* 29(1): 28-31.
- Zhou, L.; C.A. Powell; M.T. Hoffmann; W. Li; G. Fan; B. Liu; H. Lin e Y. Duan. 2010. Diversity and plasticity of the intracellular plant pathogen and insect symbiont *Candidatus Liberibacter asiaticus* as revealed by hyper variable prophage genes with intragenic tandem repeats. *Applied and Environmental Microbiology* 77: 6663-6675.

Artículo científico

EVALUACIÓN DE CUATRO CULTIVARES DE ACEROLA (*MALPIGHIA EMARGINATA* D.C.) PARA SU UTILIZACIÓN EN CUBA*

Hugo M. Oliva Díaz¹, María Elena Rodríguez Valdés¹, Caridad Noriega Carreras¹, David Zamora Blanco¹, Domingo Rivero Rodríguez¹, Sergio Capote Briel²

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma. No. 3005 entre 30 y 32, Miramar, Playa. La Habana. Cuba.
E-mail: ciencia@iift.cu

²Facultad de Química Universidad de la Habana, Cuba

* Recibido: 23 de octubre de 2014. Aceptado: 2 de junio de 2015

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar agronómicamente cuatro cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). Los experimentos se desarrollaron en la Unidad Científico Tecnológica de Base Alquizar, (UCTB, Alquizar), provincia Artemisa, Cuba, perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Se obtuvo la caracterización fenológica de los cuatro cultivares. Además, de los cultivares estudiados, 'Camila' fue el de menor altura a los tres años de plantado (1.5 m), 'Amanda', 'Anabel' y 'Miguel' mostraron alturas y diámetro de la copa similares entre 2,2 y 2,6 m. Con respecto a los frutos, 'Camila' presentó los mayores contenidos de vitamina C, con 3302 mg.100 g⁻¹ de pulpa, 'Miguel' (2263 mg.100 g⁻¹ de pulpa) y 'Amanda' (2269 mg.100 g⁻¹ de pulpa) no presentaron diferencias significativas, 'Anabel' mostró los menores contenidos con (1071 mg.100 g⁻¹ de pulpa). Las producciones de frutas por planta fueron similares para 'Amanda', 'Anabel' y 'Miguel' cercanos a los 70 kg, 'Camila' presentó la menor producción con 57 kg.

Palabras clave: acerola, cereza tropical, fenología, vitamina C

Evaluation of four new acerola's (*Malpighia emarginata* D.C.) genotypes for their use in Cuba

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate agronomically four acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) genotypes. The experiments were developed in the Alquizar Agronomical Station, county Artemisa, Cuba, from the Research Institute on Tropical Fruit Culture. Phenological characterization was obtained. 'Camila' presented the smallest height (1.5 m), while 'Amanda', 'Anabel' and 'Miguel' showed similar heights between 2, 2 and 2,6 m. In the fruits 'Camila' presented the highest vitamin C contents, with 3302 vitamin C mg. per 100 g of pulp, 'Miguel' 2263 mg and 'Amanda' 2269 mg didn't present significant differences, 'Anabel' showed the smallest contents with 1071 vitamin C mg per 100 g of pulp. The fruits productions were for 'Amanda', 'Anabel' and 'Miguel' near 70 kg, 'Camila' had the smaller production with 57 kg for plant.

Key words: acerola, tropical cherry, phenology, vitamin C

INTRODUCCIÓN

En Cuba la diversidad de los frutales se ha visto afectada por diferentes causas, que provocaron en varias generaciones el desconocimiento de muchas de las frutas, a tal punto, que se ha establecido el término de frutales de poca presencia, para distinguir las menos conocidas (Fuentes, 2013). Los frutales no han estado ajenos a todos los cambios experimentados por la agricultura cubana los cuales han proporcionado diferentes formas para facilitar el desarrollo de nuevas alternativas con el propósito de dar respuesta a la problemática de producir alimentos en cantidad y calidad suficientes (Llauger *et al.*, 2013).

El programa de Agricultura Urbana y Suburbana ha contribuido a la siembra y aumento de la diversidad de los frutales en toda Cuba y su utilización, como fruta fresca e industrializada (Companioni *et al.*, 2012.). Fa-

rrés *et al.*, (2013), plantearon en el Instructivo Técnico para las Fincas Integrales de Frutales, que estas deben tener en cuenta la combinación e integración de especies frutícolas, de periodos pre productivos largos, medianos y cortos, en una misma hilera y el aprovechamiento de las calles con cultivos de porte bajo y de ciclos cortos como frutales, leguminosas, tubérculos, hortalizas, lo que permite una rápida recuperación de la inversión, desde el primer año.

Las plantas de acerola se distinguen por su rápida entrada en producción, tolerancia a las enfermedades, a la sequía, resistencia a los vientos y una amplia utilización de los frutos como fruta fresca y para las mini industrias (Oliva *et al.*, 2013). En la actualidad prevalecen en las tecnologías, algunos criterios que tributan a una mayor sostenibilidad de los sistemas agrícolas que incluyen el estudio de las cadenas productivas (Llauger

et al., 2012). En la composición de los frutales de las Fincas Integrales, la siembra de la acerola aun no es tenida suficientemente en cuenta, al igual que en los sistemas agroforestales donde se han propuesto comercializar productos no maderables y la creación de pequeñas industrias locales (Jiménez et al., 2013). En un estudio de sostenibilidad en tres Fincas Integrales de Frutales en la Empresa de Cítricos Ceiba en Artemisa las especies de frutales mas representadas fueron, la guayaba con un 46.2 %, papaya con 13.4 % y la acerola con 0.9 %, tuvo poca presencia (Rodríguez et al., 2011).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los frutos de la acerola poseen un contenido elevado de ácido ascórbico que fluctúa entre 1030 y 3309 mg de vitamina C/100g de masa comestible y otros compuestos, siendo una de las frutas de mayor contenido en vitamina C presentes en el mundo (Gonzaga, 2002; Mezadri et al., 2006). Fariñas (2015), informó que en Cuba al cierre del año 2012 el cáncer se ubicó como la primera causa de muerte en el país y la prevención de al menos un tercio de los tipos de cáncer más comunes, puede evitarse, entre otros factores, si se aumenta el consumo de frutas y verduras. Castanedo (2014) destacó a la vitamina C como indispensable para evitar las anemias en la niñez y la adolescencia en Cuba.

La acerola puede resultar vital para los programas de salud y los conocimientos acerca de su cultivo y utilidades resultan necesarias. No abundan en Cuba estudios acerca de la producción de frutos de la acerola, que avalen las ventajas de la utilización de algún cultivar en específico.

Es por ello que se desarrolló este trabajo con el objetivo de evaluar agronómicamente, cuatro cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) para su posible utilización en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaron en la Unidad Científica Tecnológica de Base Alquizar, (UCTB, Alquizar) provincia Artemisa, perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, ubicada en los 82° 32' N y los 22° 47' O, a 11 m sobre el nivel medio del mar, en suelo Ferrasol éutrico con topografía llana de pendiente 0, referido por Rodríguez et al. (2011).

Se evaluaron cuatro cultivares de acerola nombrados 'Amanda', 'Anabel', 'Camila' y 'Miguel'. Los tres primeros se obtuvieron de una selección de semillas de Princesa Roja, introducidas desde Brasil. 'Miguel', se obtuvo de una planta de semillas en Jaimanitas, La Habana. La propagación de las plantas seleccionadas se realizó por enraizamiento de esquejes leñosos

con hojas y estímulo del enraizamiento, con la auxina sintética, ácido indol butírico sal sódica a una concentración de 500 mg.L⁻¹ en lecho de zeolita; según las orientaciones técnicas de Oliva (2006) y Ramos (2014). La distancia de plantación en el campo fue de 4 m x 4 m. Se realizó una fertilización con un kg de humus de lombriz en cada planta, en el momento de la siembra y cada seis meses se fertilizaron con materia orgánica de excretas de ganado vacuno, bien descompuesta, a razón de 2 kg por planta. El riego se realizó por aspersión, una vez al mes en el periodo de la floración y fructificación.

Para la caracterización de los cultivares se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Fenología de los cultivares según las variables siguientes. V - Vegetativo, FL - Flores, FR - Frutos. (Fuentes, 2012)
- Evaluación de la altura y diámetro de la copa en la planta al tercer año de plantadas.
- Índice de fructificación desde el primero al tercer año de plantadas. Se tomó el valor medio de cinco plantas por cultivar y se utilizó una escala arbitraria del Índice de Fructificación (FR): FR- 0.5, (1 al 25 % de la planta con frutos visibles), FR- 1, (26 al 50 %), FR- 2 (51 hasta el 75 %), FR- 3, (76 hasta el 100 %).
- Caracterización de las flores (largo del pedúnculo, número y color de los pétalos, número de estambres y color de las anteras) y de la calidad externa e interna de los frutos: masa fresca, diámetro ecuatorial (DE) y polar (DI), relación entre los diámetros (DE/DI), coloración externa e interna en la madurez (escala de observación visual, colores verdes, amarillos y rojos), masa de semillas en gramos, masa comestible en gramos, porcentaje de masa comestible del fruto (masa total - masa de semilla x100.masa total-1), porcentaje de acidez del jugo (expresado en ácido málico), cantidad de sólidos solubles presentes en el jugo expresados en grados °Brix y vitamina C expresada en ácido ascórbico, mg en 100 g de pulpa.
- Evaluación de la producción por planta en el tercer año de plantadas.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño aleatorizado con cinco replicas y un ANOVA de clasificación simple las comparaciones entre las medias se realizaron mediante el ensayo de Tukey ($p \leq 0.05$). Todas las determinaciones bioestadísticas se realizaron utilizando el programa diseñado por Sigarra (1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• Fenología de los cultivares

La fenología de los cuatro cultivares estudiados se presenta en la Tabla I.

Tabla I. Evaluación fenológica de los cultivares de acerola

FAMILIA Especies	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Malpighia emarginata</i> D.C cv. 'Anabel'													V
													FL
													FR
<i>Malpighia emarginata</i> D.C cv. 'Miguel'													V
													FL
													FR
<i>Malpighia emarginata</i> D.C cv. 'Amanda'													V
													FL
													FR
<i>Malpighia emarginata</i> D.C cv. 'Camila'													V
													FL
													FR

LEYENDA: V - Vegetativo, FL - Flores, FR - Frutos

Los cuatro cultivares de acerola presentaron un período productivo marcado en el año, durante el cual se observaron varias oleadas de floración-fructificación, comportándose como una especie reflorescente y otro momento en que los procesos reproductivos cesan totalmente en enero y febrero. En Nicaragua, según Barbeau, (1990) la planta suele florecer dos veces al año, al inicio de la época lluviosa (mayo a junio) y en septiembre y octubre. En algunas ocasiones puede ocurrir una tercera floración en noviembre.

Según lo observado en los cuatro cultivares, siempre hubo presencia de flores desde la segunda decena de marzo hasta diciembre, en diferentes grados de intensidad, donde los meses desde junio hasta septiembre, presentaron la mayor expresión. En el período de floración, la planta emitió flores de forma constante, la maduración se observó de forma continua y por tal razón la recolección se hace cada dos o tres días, para evitar pérdidas por caída. (Bensimon, 1991).

Según lo observado en otros países, el momento de fructificación, en el cono norte es similar en Florida, Bahamas, Puerto Rico y Hawai y aunque hay variaciones según el clima. Debe existir una cosecha primaveral que madure en mayo y después cosechas sucesivas pequeñas hasta antes de diciembre. Si las lluvias en primavera están ausentes, puede ser que no haya frutos antes de este mes.

En Zanzíbar y Brasil la estación de recolección se dice ser justamente de diciembre y enero debido a que en estos meses en el cono sur es el verano (Morton, 1987). Para aplicar un buen manejo fitotécnico en especies frutales, es muy conveniente conocer lo relacionado con los procesos de polinización y cuajado de los frutos (Noriega, 2011). En la Florida las abejas visitan las flores de acerola en gran número y son los principales polinizadores. Mantener colmenas cerca de las plantas de acerola mejora sustancialmente el cuajado del fruto. (Morton, 1987).

Con relación a las fases desde la floración hasta la maduración, se observó que en sólo 22 días las frutas maduran, unas tres semanas después que florecen (Toro 1993). Según Orduz y Randel (2002), la floración y la fructificación de la acerola ocurre en ciclos de 25 días, ocho veces al año, asociados con la lluvia. En los cultivares evaluados el periodo de floración y fructificación osciló entre 21 y 23 días.

• Evaluación de la altura y diámetro de la copa al tercer año de plantadas

La Tabla II muestra la altura y el diámetro de la copa de los cuatro cultivares evaluados.

Tabla II. Altura y diámetro de la copa de los cuatro cultivares de acerola al tercer año de plantados.

Cultivares	Altura de la planta (m)	Diámetro de la copa (m)
'Amanda'	2,3a	2,5a
'Anabel'	2,2a	2,4a
'Camila'	1,5b	1,6b
'Miguel'	2,6a	2,2a
	CV= 13,6 %	CV= 11,1 %
	ES= ±0,305	ES=± 0,238

$p \leq 0,05$

Según Calvo (2007), la acerola es un arbusto con un único tronco, frecuentemente ramificado con porte de pequeño a medio, con ligeras fisuras longitudinales. Este autor indicó que en caso de plantaciones comerciales, la altura promedio de la acerola debe ser de 1,5 m a 3,0 m. De los cuatro cultivares evaluados en este periodo a los tres años de edad, 'Camila' fue la de menor altura con 1,5 m, 'Amanda', 'Anabel' y 'Miguel' no tuvieron diferencias significativas en la altura, de 2,3 m a 2,6 m, valores comprendidos en el rango que alcanzó uno de los mejores cultivares en Brasil, 'Sertajena', que es considerado de porte medio, según los criterios de Ritzinger *et al.* (2003).

Laskowski y Bautista (1998), tuvieron en cuenta la variable altura de la planta, como criterio de selección. Atendiendo a las valoraciones expresadas por los autores, 'Camila' puede considerarse como un genotipo de porte bajo, siempre que una vez terminada la etapa de fomento mantenga el mismo comportamiento de desarrollo, según lo observado en la Tabla II.

• Índice de Fructificación desde el primero al tercer año de plantadas

La utilización del índice de Fructificación (FR) como indicador de la fase reproductiva, sustituyó la cosecha de los frutos en los primeros dos años para evaluar la producción y facilitó la información productiva necesaria. En el tercer año, los índices de FR 3, indicaron plena producción, más del 75 % de frutos en toda la planta y se realizó la cosecha. La Tabla III muestra los valores del Índice de Fructificación durante los tres años evaluados.

Las plantas de todos los cultivares comenzaron a producir frutos al año de plantadas, desde mayo a septiembre con valores de 0.5 del índice (FR) según las observaciones que se realizaron desde el inicio del experimento, lo que demostró que la acerola es un frutal de rápida entrada en producción. En el segundo año se observaron en los cuatro cultivares valores entre 1 y 2 del índice FR en los meses de agosto y septiembre, indicando una mayor producción de frutos que en el primer año, siendo 'Miguel' el de mayor valor FR desde mayo a noviembre.

Castro *et al.* (1995), plantearon, que la acerola inicia la producción de 24 a 30 meses, según sea el método de propagación utilizado, vegetativo o por semilla. Los resultados obtenidos en este experimento no concuerdan con este autor, al comenzar las plantas a producir frutos en el primer año. Todos los cultivares fructificaron abundantemente en el tercer año, desde los meses de mayo a octubre, con valores de FR de 2 y 3, disminuyendo la producción de frutos en noviembre y diciembre (FR) 1.

Tabla III. Valores medios del Índice de Fructificación de cinco plantas por cultivar

Cultivar/año	E	F	M	A	M	J	A	S	O	N	D
'Anabel'/1					0,5	0,5	0,5	0,5			
'Anabel'/2					0,5	0,5	1	2	0,5		
'Anabel'/3				0,5	2	3	3	3	2	1	1
'Miguel'/1					0,5	0,5	1	0,5			
'Miguel'/2				0,5	0,5	0,5	2	2	0,5	0,5	
'Miguel'/3				0,5	3	3	3	3	3	1	1
Amanda'/1					0,5			1		0,5	
Amanda'/2				0,5	1	1	1	2	0,5		
Amanda'/3				0,5	2	3	3	3	2	1	1
'Camila'/1						0,5		0,5		0,5	
'Camila'/2					1	1	2	1	1		
'Camila'/3				0,5	2	2	3	2	1	0,5	1

Según lo observado en la Tabla III en los cuatro cultivares, siempre hubo fructificación desde mayo hasta diciembre. En el período de fructificación, la recolección de los frutos se hizo cada tres días, para evitar pérdidas por caída, lo que concuerda con lo recomendado por (Bensimon, 1991). En anteriores trabajos realizados con relación al tiempo transcurrido desde la floración hasta la maduración de los frutos, se observó en 'Miguel' que estos eventos ocurren entre 21 y 23 días, desde la formación del ovario de las flores, hasta el inicio de la madurez fisiológica de los frutos, (Oliva *et al.*, 2005).

Quedan aún por determinar las dinámicas de crecimiento de los frutos, del resto de los cultivares aquí estudiados. En los cultivares estudiados en este experimento, se les aplicó riego en el momento de la floración y fructificación y según se observó pudo lograrse una aceptable inducción floral, durante ocho meses del año.

• Caracterización de las flores y frutos

La Tabla IV muestra las características relevantes de las flores y frutos evaluados.

En la Tabla IV lo más importante a resaltar con respecto a las flores, son los colores de los pétalos, malva rosado

en 'Camila' y 'Miguel', malva en 'Amanda' y blanco en 'Anabel'. Los colores de las flores pueden ofrecer una característica deseada para el uso ornamental de la acerola, conjuntamente con el color rojo de los frutos y el mediano tamaño del árbol. Según Botanical Garden (2013) en Miami, Estados Unidos de Norteamérica, se ha propuesto a la acerola, pitanga y grosella entre otros frutales, para su siembra en macetas.

En Cuba se han solicitado a la UCTB de Alquizar, algunos cultivares de acerola de bajo porte y flores de diferentes colores para los patios y terrazas del proyecto Bahía de La Habana, debido a las experiencias de permancultores en el municipio Cerro de dicha ciudad (Torres *et al.*, 2010).

Con respecto a los frutos, los cultivares evaluados en este trabajo pueden considerarse como semidulces ya que presentaron valores de SST entre 7 °Brix y 9,9 °Brix y los contenidos de acidez, superiores al 1 %. Con 'Miguel' se han elaborado mezclas con jugos de frutas tropicales y fabricado néctares, con excelentes sabores (Rodríguez *et al.*, 2014). Los cultivares dulces pueden presentar valores de 11 ° Brix y la acidez menor a 1 %, con estas características resultan excelentes para consumirlos como fruta de mesa y si los contenidos de

Tabla IV. Características de las flores y frutos de los cuatro cultivares evaluados

Órganos	Caracteres	'Amanda'	'Anabel'	'Camila'	'Miguel'
Flores	Largo del Pedúnculo (mm)	15,3	17,9	12,7	13,9
	Pétalos	Número	5	5	5
		Color	Malva	Blanco	Malva rosa
	Número de Estambres:	9	9	9	9
	Color de las Anteras	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Frutos	Masa fresca (g)	7,1	8,1	4,2	10,8
	Diámetro ecuatorial (mm)	22,3	24,6	20,0	25,9
	Altura diámetro longitudinal (mm)	21,9	18,1	16,4	24,0
	Relación D/A	1,01	1,35	1,21	1,07
	Masa de la Semilla (g)	1,01	1,1	0,4	0,9
	Sólidos Solubles Totales. SST (°Brix)	7,1	7,5	9,9	7,0
	Acidez %	1,35	1,36	1,9	1,6
	Vitamina C, mg/100g	2269	1071	3302	2263
	Color externo en la madurez	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
	Color interno en la madurez	Amarillo naranja	Naranja	Naranja intensa	Amarillo naranja
	Masa comestible g	6,0	7,0	3,7	9,9
	% Comestible	85,9	86,4	90,1	92,1

vitamina C superan a 1000 mg por 100 gramos de pulpa, resultan ideales para doble propósito, que incluye la producción industrial de derivados de la acerola (Laskowski y Bautista, 1998, Orduz y Rangel, 2002). Los colores externos de las frutas evaluadas variaron desde colores naranjas a rojos en su plena madurez. (Fig 1).

Por los elevados contenidos de vitamina C que presenta este frutal se hace necesario una evaluación detallada de su comportamiento. La Tabla V muestra el análisis del contenido de vitamina C y la masa fresca en los frutos de los cuatro cultivares evaluados.

El cultivar 'Camila' superó los contenidos de vitamina C de algunas selecciones de acerola realizadas en Brasil como 'Flor Blanca' con 7 grados Brix y 1500 mg de vitamina C.100 g⁻¹ de pulpa y Okinawa de igual °Brix que la anterior y 2200 mg de vitamina C.100 g⁻¹. La selección de genotipos con contenidos de vitamina C superiores a 1500 mg/100g ha sido una de las prioridades del Programa de Mejoramiento de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMPRAPA) en Brasil (Ritzinger et al., 2003).

'Miguel' y 'Amanda' presentaron valores superiores a 2200 mg de vitamina C/100g de pulpa, 'Anabel', con menor porcentaje de vitamina C se distingue por sus frutos de sabor y color agradables. 'Camila' resultó el fruto menos atractivo para el consumo en fresco y muy interesante para las industrias farmacéuticas y alimenticias por sus contenidos elevados de ácido ascórbico (Mezandri y Hornero 2005, Mezandri et al., 2006; Rodríguez et al., 2014).

Según Calvo (2007) la masa fresca promedio del fruto de acerola es de 5 g. Los cultivares estudiados en este trabajo 'Amanda', 'Miguel' y 'Anabel' alcanzaron valores superiores en masa fresca del fruto a los referidos por este autor, siendo significativamente mayor el de 'Miguel' con el doble del valor promedio.

• Evaluación de la producción por planta en el tercer año de plantadas

La producción en kg por planta en todos los cultivares evaluados alcanzó los valores más altos, desde mayo a octubre, disminuyendo en los meses de noviembre y diciembre, lo cual se corresponde con el Índice de Fructificación alcanzado (Tabla III).

Tabla V. Análisis del contenido de vitamina C y de la masa fresca de los frutos de los cuatro cultivares.

Cultivares	Vitamina C en mg.100 g ⁻¹ de pulpa	Masa fresca en gramos
'Amanda'	2269b	7,1b
'Anabel'	1071c	8,1b
'Camila'	3302a	4,2c
'Miguel'	2263b	10,8a
	CV= 10,1%	CV= 11,3%
	ES= ±2, 23	ES=± 0,85

p≤0,05

Morton (1987) planteó que existe una gran variación en productividad entre plantas, pues arbustos individuales pueden producir anualmente entre 13,5 kg a 28 kg en Puerto Rico. Los cuatro cultivares evaluados en este experimento, superaron estos valores de producción por planta y presentaron diferencias productivas (Tabla VI). El cultivar 'Florida Sweet' en Miami, produjo 77.5 kg de frutos por planta, en el período comprendido desde marzo a noviembre en el tercer año de plantado (Frómata, 2000). En Brasil 'Sertaneja' ha producido anualmente hasta 100 kg por planta, con excelentes condiciones de fertilización y riego (Ritzinger et al., 2003).



Fig.1. Frutos de 'Amanda' (A) 'Anabel' (B) 'Camila' (C) y 'Miguel' (D)

Tabla VI. Producción anual de frutos de los cuatro cultivares de acerola en el tercer año de plantados.

Cultivares	Producciones anuales. kg. planta ⁻¹
'Amanda'	70a
'Anabel'	68a
'Camila'	57b
'Miguel'	75a
	CV= 16,3 %
	ES= ±11,8

p≤0,05

El Sistema de Extensión Agraria del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, que asesora y controla el programa de diversificación de frutales, de todas las formas de producción en el Ministerio de Agricultura de Cuba, (García *et al.*, 2014); promueve los frutales de poca presencia, sus usos y atenciones fitotécnicas, para que sean más conocidos en el país. Sirvan este y otros trabajos, sobre el cultivo y utilización de la acerola para estos fines.

CONCLUSIONES

1. Los cuatro cultivares evaluados de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pueden ser utilizados en Cuba por sus valores productivos y sus altos contenidos en vitamina C, tanto para el consumo en fresco como la industria.
2. 'Camila' presentó el mayor contenido en vitamina C lo que resulta ideal para las industrias alimenticias o farmacéuticas de Cuba.

RECOMENDACIONES.

1. Proponer estos cultivares de acerola para que sean plantados en las Fincas Integrales de Frutales u otras formas productivas en Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

- Barbeau, G. 1990. Frutas tropicales en Nicaragua. V1. Managua. Nicaragua. Editorial Ciencias Sociales: 225.
- Bensimon, C. 1991. Ojo al Kiwi. Llega la *Malpighia punicifolia*. Ceres. FAO. V 23 (6) Pág. 9-10.
- Botanical Garden. 2013. Frutas tropicales en su jardín. Folleto divulgativo, Miami, Florida, <http://www.mounts.org>:1-4
- Castanedo, R. 2014. Alimentación y nutrición en la infancia y la adolescencia. Instituto de Higiene, Epidemiología, Microbiología. Dirección de Nutrición e Higiene de los Alimentos, Cuba Archivos, 1-12 pp.

Castro, F.; J. Paz.; F. Araujo.; V. De Leite. 1995. Cultura da acerola. SEARA Circular Técnica, V1. Brasil.: 28

Calvo I. 2007. La Acerola (*Malpighia emarginata* D.C) en Costa Rica. FITTACORI, San José, Costa Rica. V I Pág: 8- 10

Companioni N., A. Rodríguez.; Justa Sardiñas. 2012 .Programa de Agricultura Urbana y Suburbana. Continuidad histórica del movimiento de organopónicos. *Agricultura Orgánica* 18 (3): 9-13.

Farrés, E.; J. Placeres.; A. Rodríguez.; O. Peña.; L.M Fornaris.; L. Mullen. 2013. Instructivo técnico para las fincas integrales de frutales. *CitriFrut* 30 (2): 74-78.

Fernández, A. 2014. El paraíso frutal de Moisés. Periódico el Artemiseño, 13 de octubre, <https://www.artemisadiario.cu>: 4.

Fuentes, V. 2012. Informe de tareas técnicas sobre la colección de frutales. Archivos de Ciencia y Técnica UCTB Alquizar.

Fuentes, V. Informe de tareas técnicas sobre la colección de frutales. Archivos de Ciencia y Técnica UCTB Alquizar .2013

Fariñas, L. 2015. Día mundial contra el cáncer. Su prevención y cura está a nuestro alcance. Granma, año 51 (29), febrero 4: Pág.8

Frómata, E. 2000. Reseña analítica de la acerola. Archivos UCTB Alquizar IIFT: 1-20 pp.

García, M.E.; López, T.; Llauger, R.; Betancourt, M.; Beltrán, A. 2014. La extensión agraria. Experiencias del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. *CitriFrut* 31 (1): 3-9.

Gonzaga, L. 2002. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. Melhoramento genético da aceroleira na EMBRAPA Semi-Árido EMBRAPA Brasil. Circular Técnica 1: 1-15

Jiménez, M.; E. Calzadilla.; A. Roda.; F. Revés.; A. Mosquera; Gardenis M.; A. O' Farrill.; S. Curbelo.; Y. Fleitas.; J. Reyes.; M. González y P. Friol. 2013. Sistemas agroforestales en Cuba. Treinta años de experiencia. *Agricultura Orgánica* 19 (2):14-17

Laskowski, L.; D. Bautista. 1998. Evaluación de características vegetativas, productivas y de calidad de la fruta de plantas de sembrado cultivadas en zonas áridas. *Agronomía Tropical, Maracay*, 48 (3): 239-249.

Llauger R., A. Beltrán, M. Betancourt.; E. Farrés.; D. Jardines.; L.O Hernández.; A. Rodríguez.; M. Capote.; M. E. García. 2012. Establecimiento de fincas integrales en Cuba. *CitriFrut* 29 (2): 54 - 56.

Llauger R.; M. E. García, M. Betancourt., A. Beltrán.; E. Farrés.; L. Hernández. 2013. El movimiento productivo de las cooperativas de frutales en Cuba. *CitriFrut* 30 (2): 3-10

Mezandri T.; M. Fernández.; D. Villaño.; M. del C. García; A. M. Troncoso. 2006. El fruto de la acerola: composición, características productivas e importancia económica. [https:// www.alanrevista.org](https://www.alanrevista.org),56 (2): 1-9.18.

Mezandri T., Hornero D. 2005. Carotenoid pigments in acerola fruits (*Malpighia emarginata* D.C) and derived products. *Eur. Food Res. Technol.* 220: 63-69.

Morton, J. 1987. Fruits of Warm Climates. VI. Ed. by Curtis F. Dowling Jr. Fda. Dpt. Of Agric. And consumer Serv. Malpighiaceae. Barbados Cherry: Pág. 204-207.

Noriega, C. 2011. Reguladores del crecimiento en frutales tropicales. Conferencia impartida a alumnos de la maestría en fruticultura. Empresa de Cítricos Ceiba, abril.

Oliva, H. 2006. El enraizamiento de esquejes en los frutales tropicales. *CitriFrut* 23 (2): 63-64

- Oliva, H.; E. Frómeta; C. Gutiérrez; C. Noriega; E. Frómeta; M. E. Rodríguez; F. Pérez. 2005. Desarrollo del cultivo de la acerola para favorecer la disponibilidad de vitamina C en la población cubana. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical UCTB, Alquizar. Premio MINAG.
- Oliva, H.; M. E. Rodríguez.; C. Noriega.; D. Rivero.; V. Fuentes.; L. Ramos.; S. Capote. La acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) un frutal de amplia utilidad para la micro industria en Cuba. 2013. Memorias IV Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. INCA. San José de las Lajas, Cuba
- Orduz J.; J. A. Rangel. 2002. Frutales tropicales potenciales para el piedemonte llanero. Manual de Asistencia Técnica, V 8, Villavicencio, Meta, Colombia. Pág: 1-10
- Ramos L. 2014. Metodologías para la propagación de la acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) en Cuba. Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, curso 2013-2014. Universidad de Artemisa, Cuba: 30-33
- Ritzinger R.; W. Dos Santos; J. R. Pereira. 2003. Variedades y mejoramiento. En: Ritzinger R. A. Kenji.; J. R. Pereira. El cultivo de la acerola. Brasil. Editorial EMBRAPA: Pág. 65-70
- Rodríguez, M. E.; H. Oliva.; C. M Noriega.; D Zamora.; M. R. Hernández. 2014. Tecnologías mínimas para la elaboración de productos con frutas y vegetales. Premio Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Archivo Unidad Científico Tecnológica de Base, Finca Reunión, carretera a Pestana Km 2,5, Alquizar, Artemisa. 71 pp.
- Rodríguez, A.; M. Capote; C. D. Sánchez; D. Jardines; R Hernández; L. García; H. Iriarte; J. Medina. 2011. Estudio de la sostenibilidad de tres fincas integrales de frutales ubicadas en la Empresa de Cítricos Ceiba. *CitriFrut* 28 (1): 10-18
- Rodríguez N, J. M. Matamoros, V. R. Fuentes, B. Velázquez. 2011. Caracterización de la colección cubana de aguacatero (*Persea americana* Mill.) del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Parte I. Consideraciones generales. *CitriFrut* 28 (1):34-43.
- Sigarroa, A. 1991. Programa de análisis de varianza. Confeccionado en la Universidad de la Habana. Archivos digitales de la UCTB Alquizar.
- Toro, T. E. 1993. Cultivo de la acerola en Puerto Rico. Servicio de Extensión Agrícola del colegio de Ciencias Agrícolas. Recinto de Mayagüez Universidad de Puerto Rico, 13 pp.
- Torres, J. M. Cabrera, H. Oliva, C. Noriega, R. Jiménez, M. Capote, M. E. Rodríguez y D. Rivero. 2010. Establecimiento de frutales de pequeño porte en espacios no tradicionales: azoteas y balcones. Una alternativa para beneficio ambiental y de las familias en áreas urbanas. Memorias III Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical.

Artículo científico

PROPAGACIÓN DEL MAMEY (*POUTERIA SAPOTA JACQ.*) POR INJERTO: DISPONIBILIDAD DE VARETAS DURANTE EL AÑO, SU PREPARACIÓN Y CRECIMIENTO DE LOS BROTES*

José Pérez-Rodríguez, Miguel Aranguren-González, Roberto Luzbet-Pascual, Alina Puentes-Sánchez y Jenny Rodríguez-Expósito

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma. No. 3005 entre 30 y 32, Miramar, Playa. La Habana. Cuba.
E-mail: miguel@citrovig.cu

* Recibido: 2 de diciembre de 2014. Aceptado: 30 de abril de 2015

RESUMEN

El mamey (*Pouteria sapota* Jacq.), es un frutal con un alto potencial para su uso comercial. Sin embargo, existen escasas investigaciones en aspectos relacionados con su propagación asexual en Cuba. El objetivo de la presente investigación fue perfeccionar los tipos de propagación por injerto del mamey. El trabajo se realizó en las condiciones del municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas; se determinó el estado fenológico de la planta y se anillaron las varetas seleccionadas antes de su colecta para injertar en un periodo entre los 0 y 50 días, así como la presencia de almidón, canales laticíferos y grado de estimulación de las yemas axilares. Se evaluaron el prendimiento y crecimiento de los injertos tangencial sin patrón decapitado, de hendidura y de chapa durante el año. El mayor prendimiento ocurrió entre diciembre y marzo en todos los tipos de injertos y el mejor momento de colecta de las varetas anilladas fue entre los 30 y 35 días antes de injertar. Con el injerto de chapa se lograron los mayores prendimientos (70-100 %) y un mayor crecimiento de los brotes durante los diferentes meses del año.

Palabras clave: Sapotaceae, injerto, mamey, propagación asexual

Mammee plants propagation (*Pouteria sapota* Jacq.) by grafting: branches availability during the year its preparation and buds growth

ABSTRACT

The mammee (*Pouteria sapota* Jacq.), is a fruit tree with a high potential for its commercial utilization; however, scarce research exist, in aspects related with its asexual propagation in Cuba. The objective of the present investigation is to perfect the propagation techniques for graft the mammee. This work was carried out under Jagüey Grande's municipality in Matanzas province conditions and the mammee plants phenology states were determined in the branches used for grafting selected before they were collected for graft in one period between the 0 and 50 days, as well as the presence of starch, latex channels and the stimulation grade of the axillary buds. The bud growth evaluated during the year as made in the tangential grafting plants without decapitated rootstock and foil graft plants. The biggest initial bud growth happened between December and March in all the grafted types and the best moment to collect the branches was between the 30 and 35 days before graft. With the use of foil graft was achieved the biggest initial bud growth (70-100%) and the buds reached the bigger growth during the different months of the year.

Key words: Sapotaceae, grafting, mammee, asexual propagation

INTRODUCCIÓN

Las limitaciones en la disponibilidad de plantas de mamey (*Pouteria sapota* Jacq.) se deben, entre otros aspectos a que las semillas de esta especie pierden en poco tiempo su viabilidad y esto limita su propagación sexual. Además, no existe un dominio generalizado de las técnicas de propagación asexual por injerto y el precio de las plantas injertadas es elevado, factores que no favorecen el incremento de las plantaciones en las diferentes formas productivas. El cultivo extensivo del mamey es pobre en el país y las plantas en su mayoría se encuentran dispersas en patios, fincas de campesinos y pequeñas parcelas de algunas empre-

sas estatales, con un bajo aprovechamiento de este frutal desde el punto de vista comercial.

Se considera que el mamey es una de las plantas más difíciles de propagar por injerto como otras especies de la familia Sapotáceas (Villegas *et al.*, 2005). La dificultad de multiplicar los árboles de mamey de forma asexual por injerto ha limitado la difusión de su cultivo a gran escala y provocado una fuerte erosión genética, pues los árboles dispersos son fácilmente eliminados para el fomento de plantaciones de otras especies y el desarrollo urbano e industrial (García *et al.*, 2001 y Mahatanatawee *et al.*, 2005).

Como resultado de la propagación por semillas, los árboles de mamey presentan una alta variedad de formas, peso, tamaño y sabor de los frutos, así como variabilidad en la productividad y periodo de juvenilidad. Los árboles propagados de esta forma pueden tardar entre siete y 10 años para su entrada en producción (Balerdi *et al.*, 1996), aunque se plantea que este periodo puede ser hasta de 20 años, en comparación con los propagados por injerto que entran en producción entre el tercer y cuarto año (Villegas *et al.*, 2005).

La propagación por injerto tiene además otras ventajas como, inducir precocidad y obtener plantas con las características deseadas, tanto en estructura del árbol, épocas de cosecha, productividad, resistencia a plagas y enfermedades (Umaña, 2000). En el desarrollo de la multiplicación del mamey por injerto existe desconocimiento en cuanto a las épocas de injerto, preparación de las varetas y los tipos de injerto que mejor se adecuan a las características de esta especie. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la disponibilidad de varetas durante todo el año según el estado fenológico de la planta de mamey, el momento en que están listas para injertar después del anillado, las reservas de almidón en las varetas anilladas y sin anillar, así como el prendimiento y crecimiento de los brotes con el empleo de diferentes tipos de injerto para la propagación del mamey en condiciones de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) Félix Duque Guelmes de Jagüey Grande, provincia Matanzas, perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) de Cuba, en el periodo comprendido entre febrero de 2010 y mayo del 2012. La UCTB está ubicada entre los 22° 50' de latitud norte y los 81° 12' de latitud oeste, a una altitud entre los tres y 25 m.s.n.m.

El clima de la zona se caracteriza por una temperatura media anual de 24 °C con temperaturas inferiores a 14.4 °C y superiores de 33.4 °C. La precipitación media anual es de 1,494.2 mm y una humedad relativa media anual superior al 80 % (Aranguren, 2009). Los suelos son del tipo Ferralítico Rojo Típico con rocosidad y profundidad entre media y alta, catalogados como Ferralsol Rhodic y Nitisol Rhodic en correlación con el "World Reference Base" (Hernández *et al.*, 2004).

La disponibilidad de varetas de mamey para injertar durante el año, se determinó con observaciones del estado fenológico en 20 plantas de la selección Pío-1 con edades entre 12 y 15 años de edad. Los estadios

considerados fueron, reposo vegetativo, brotación vegetativa, floración, fructificación y crecimiento y maduración de los frutos según Morales (1999). En las ramas para la obtención de las varetas utilizadas en los injertos se realizó un anillado de 4-5 mm a principios del mes de noviembre para su preparación siguiendo el procedimiento de Umaña (2000). Para la selección de las ramas se tuvo en cuenta que estuvieran en los estadios fenológicos de reposo vegetativo, crecimiento y maduración de los frutos, libres de plagas o enfermedades y que tuvieran 10 o más varetas para ser utilizadas en los injertos.

Se tomaron varetas de las ramas anilladas con una frecuencia desde 0, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 50 días después del anillado. Las varetas tomadas en cada momento se injertaron por los métodos de chapa y tangencial para evaluar su prendimiento en cada tratamiento a los 30 días del injerto. Los datos se expresaron en porcentaje y se realizó un análisis de comparación de proporciones del prendimiento de los injertos en función del tiempo de preparación de las varetas a un nivel de significación de $p \leq 0.05$.

En el mes de abril del año 2011 se tomaron muestras de tejido vegetal de la base de cinco varetas anilladas y cinco sin anillar con determinaciones de la presencia de almidones y canales laticíferos en la base de las varetas después de 30 y 35 días de anilladas y mantenidas en la planta antes del injerto. Las muestras se llevaron al laboratorio de Bioquímica de la Universidad de Matanzas para la determinación de las reservas de almidones, por espectrofotometría. Los contenidos relativos de almidón entre los dos tratamientos, se compararon por una prueba T de Student de comparación de medias para una significación de $p \leq 0.05$.

La observación de los granos de almidón y la presencia de canales laticíferos en el tejido de la médula en las varetas anilladas y sin anillar, se realizó en un microscopio Olympus con aumentos de 200 X y 400 X. Los granos de almidón se tiñeron de azul-violeta con una solución de lugol para facilitar su observación y se realizaron preparaciones semipermanentes montadas en gelatina glicerinada.

Para la comparación de los tres tipos de injerto realizados en el mamey durante todo el año, se sembraron en vivero 500 semillas como patrones y el injerto se realizó a los ocho meses de su crecimiento. Se tomaron para cada tipo de injerto 10 varetas previamente anilladas entre 30 y 35 días. Los injertos se realizaron con una frecuencia mensual entre septiembre del 2011 y agosto del 2012.

Los tipos de injerto utilizados fueron:

- Tangencial sin patrón decapitado
- Hendidura
- Chapa

En los injertos de chapa a diferencia de los realizados por García *et al.* (2001) se quitó la corteza sin llegar al leño para evitar dañar lo menos posible la zona del cambium y el resto de los tratamientos de injerto se realizaron según sus recomendaciones. Las atenciones culturales se realizaron según García *et al.* (2001).

El prendimiento de los injertos se evaluó a los 40 días y se expresó en porcentaje de injertos brotados. El diseño experimental fue totalmente al azar con un total de 30 plantas por mes y 10 por tipo de injerto. Se realizó un análisis de comparación de proporciones a un nivel de significación de $p \leq 0.05$.

Se realizó una segunda variante donde se injertaron 20 plantas por tratamiento (60 plantas total) para evaluar el desarrollo del brote desde la base de la zona de crecimiento, en función de su largo (cm), diámetro (mm) y número de hojas, a partir de los 30 días de realizado el injerto.

Las evaluaciones del crecimiento de los brotes se ejecutaron con frecuencia semanal durante 60 días, hasta que las plantas estuvieron listas para su plantación cuando el injerto alcanzó entre 15 y 20 cm de altura. Los datos se agruparon por tipo de injerto en cada fecha de evaluación para cada variable de crecimiento.

Se utilizó un diseño completamente al azar y para establecer las diferencias entre tratamientos se realizaron Análisis de Varianza de clasificación simple y la comparación de medias por el Test de Tukey ($p \leq 0.05$). Los datos en porcentaje y conteos se transformaron a la función $\arcsen \sqrt{x}$ y $\sqrt{x+1}$ respectivamente, para la normalización de los datos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa STATISTICA, Versión 6.0, (StatSoft, Inc., 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estado fenológico y disponibilidad de varetas para el injerto

La selección de las ramas en las plantas de mamey para la toma de varetas destinadas a realizar los injertos, estuvo sustentada en la presencia de los estadios fenológicos de reposo vegetativo, crecimiento de los frutos y su maduración en el año, cuando es mayor la disponibilidad de varetas en las ramas. Las observaciones fenológicas en la selección de mamey

Pío-1 mostraron que la presencia de la brotación vegetativa entre abril y mayo, limita la disponibilidad de varetas para realizar los injertos en que se utilizan las yemas apicales, como el tangencial y por hendidura; mientras que para el injerto de chapa en que se utilizan yemas axilares, el periodo en que se ve limitado es en los meses de junio-julio y octubre-noviembre en que ocurre la floración en esta selección de mamey.

Según España (1997) en las condiciones de Guatemala la máxima floración de los árboles de mamey se presenta en junio, aunque existen picos de floración en julio y agosto, lo que se relaciona con la situación geográfica de la zona, su altitud entre 685 y 990 msnm, precipitación mensual de 541 mm y suelos ligeramente ácidos con textura franco arcillosa arenosa, que favorecen la floración en los meses de junio-agosto. Ramos (1999) plantea que la máxima floración en otras regiones de ese país ocurre entre noviembre y enero.

En México, Ledesma *et al.*, (2011) refieren que las plantas de mamey presentan la floración principal en los meses de junio, julio y agosto con la presencia sobre la planta de frutos del año anterior en desarrollo, por lo tanto, se encuentran dos oleadas de frutos unos con 14 meses de edad y otros en desarrollo, al igual que en las condiciones de Cuba pero con la floración principal en los meses de octubre-noviembre. Estas diferencias se pueden atribuir a las variaciones genéticas, culturales, factores ambientales (temperaturas y precipitaciones), tipos de suelo y situación geográfica entre los diferentes países y regiones analizadas.

En la figura 1 se muestran los estadios de floración y crecimiento y maduración del mamey; estadios en que disminuye la disponibilidad de varetas para el injerto de chapa que utiliza yemas axilares y se pueden utilizar las yemas apicales para realizar los injertos de hendidura y tangencial.



Fig. 1. Estadios fenológicos de floración (A) y crecimiento y maduración (B) en plantas de mamey.

La mayor disponibilidad de varetas en las plantas de la selección Pío-1 en Jagüey Grande, para la propagación del mamey por injerto, se corresponde con el período que comprende los meses de noviembre a abril, en que ocurre el reposo vegetativo y se encuentra una mayor cantidad de plantas en la fase fenológica de crecimiento y maduración de los frutos con una cosecha pequeña en octubre y la masiva en junio. En esta etapa se presentan además, frutos pequeños en crecimiento de la siguiente cosecha, pero esto no limita las posibilidades de injerto.

Prendimiento de las varetas según el tiempo entre anillado e injerto

Se logró un mayor prendimiento del mamey cuando se realizó el injerto con varetas mantenidas en la planta por 30-35 días después de anilladas y resultó superior en plantas que se injertaron por el método de chapa en comparación con el injerto tipo tangencial (figura 2) en ese momento. El prendimiento superior en este período se atribuye a que en este tiempo se acumulan mayores reservas y las yemas axilares y apicales se encuentran más estimuladas para brotar. En períodos anteriores y posteriores al indicado, las yemas no se encuentran estimuladas para la brotación o las reservas fueron movilizadas para la brotación.

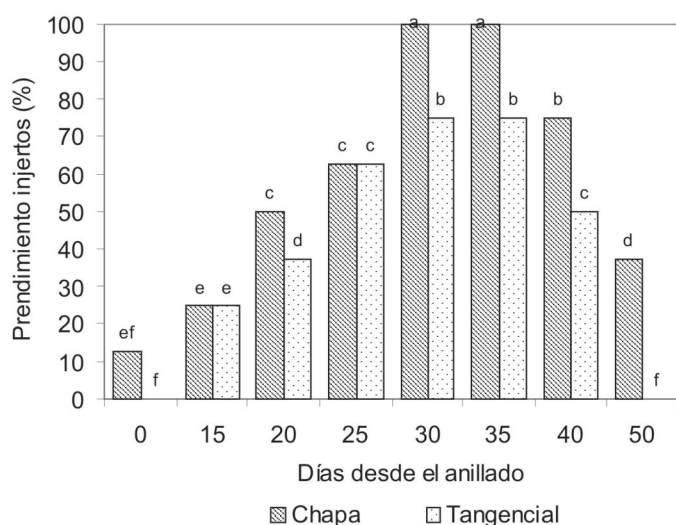


Fig. 2. Comparación de proporciones del prendimiento de los injertos de chapa y tangencial en función del tiempo de preparación de las varetas para injertar en Jagüey Grande. $p \leq 0.05$.

Umaña (2000) plantea que los mejores resultados en el prendimiento de injertos de mamey se han obtenido cuando las varetas se toman de árboles en estado de reposo o de varetas preparadas en árboles con follaje maduro. En estos casos se logra de un 80 a 90 % de prendimiento, en comparación con un 40 % cuando las varetas provienen de árboles con follaje nuevo.

En la figura 3, se muestran los resultados de las determinaciones de la concentración de almidón en los tejidos de las varetas de mamey a las cuatro semanas del anillado, en comparación con las no anilladas antes de realizar el injerto.

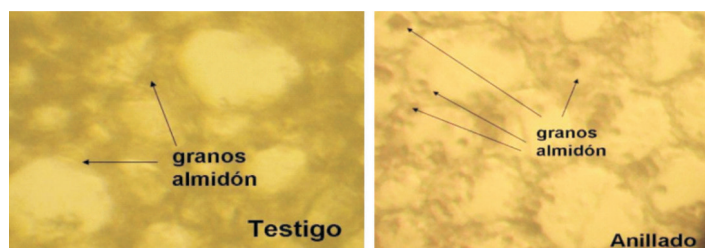
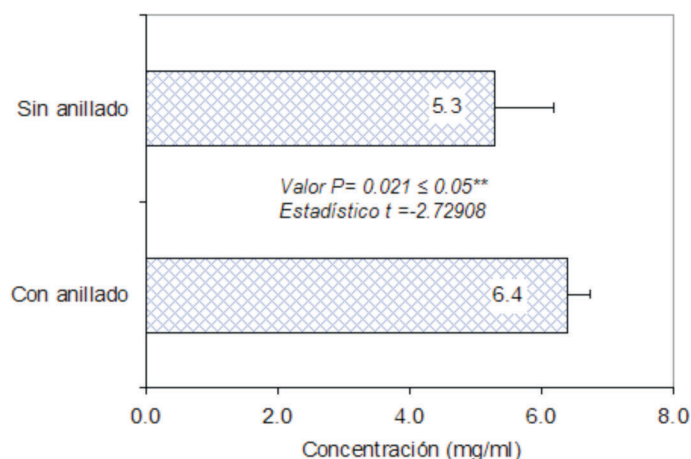


Fig. 3. Contenido de almidón estimado en las varetas de mamey anilladas y sin anillar utilizadas para el injerto a las cuatro semanas en campo. $N=6$.

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, con una mayor concentración de almidón en las varetas anilladas con respecto a las varetas no anilladas. Esta observación se atribuye a que con el anillado se interrumpe la comunicación vía floema impidiendo el movimiento de los productos de la fotosíntesis desde las hojas a los órganos de reserva en tallos y raíces, de esta forma se acumulan almidones en la varetas y esto permite que al realizar el injerto exista una mayor disponibilidad de azúcares simples que son utilizados durante la respiración relacionada con el prendimiento y crecimiento de los injertos.

Malo (1970) plantea que cuando se anillan las varetas antes de injertar se acumulan carbohidratos en la sección distal de las ramas, las reservas aumentan, las varetas se tornan más vigorosas y por lo tanto, el prendimiento es mayor cuando se emplean varetas anilladas. Estas observaciones se corresponden con los

resultados de las determinaciones de los contenidos de almidón, realizados en varetas de mamey anilladas y sin anillar en Jagüey Grande.

En la observación anatómica de los cortes histológicos de una sección transversal de las varetas, se observó que la médula está formada por células parenquimatosas isodiamétricas, con algunos granos de almidón y abundantes canales laticíferos, similar a lo informado por Vásquez-López *et al.* (2009).

Tanto en las varetas testigo como en las anilladas, se observó la presencia de gránulos de almidón del tipo simple hilo céntrico en el tejido del parénquima de reserva de las varetas, aunque en mayor cantidad en las varetas que fueron anilladas, lo que se corrobora con los resultados del análisis bioquímico. Umaña (2000) confiere vital importancia a la acumulación de reservas en las varetas para lograr un mayor prendimiento de los injertos de mamey, y plantea que la mejor época de realizar el anillado es cuando las plantas están en estado de reposo vegetativo.

Con relación a la presencia de canales laticíferos que favorecen la emisión de látex en las varetas del mamey, su presencia anatómica se debe a las características genéticas de esta especie y su función transportadora de látex se puede manejar desde el punto de vista práctico con la realización del anillado de las varetas y el corte a media savia del patrón antes de realizar el injerto.

Prendimiento de tres tipos de injerto en mamey durante el año

En el análisis de las posibilidades de realizar el injerto del mamey durante todo el año, se encontró que el prendimiento por meses, estuvo determinado por el tipo de injerto y el estadio fenológico de la planta fuente de las varetas. En la figura 4, se aprecia que los injertos de chapa fueron los de mayor prendimiento (70-100 %), con independencia del mes en que se realizaron.

Con el injerto tangencial se lograron prendimientos entre 20-80 %, mientras que el injerto de hendidura, mostró los valores más bajos (8-50 %), con una menor eficiencia durante los meses de primavera, influenciado por el inicio de la brotación, las precipitaciones y el aumento de las temperaturas. Lobato (1998) al comparar el injerto de chapa con el de hendidura, encontró diferencias significativas con un 50 % en prendimiento en el de chapa con respecto a un 25 % en el de hendidura.

El mejor prendimiento obtenido en este trabajo con el injerto de chapa se atribuye a las modificaciones rea-

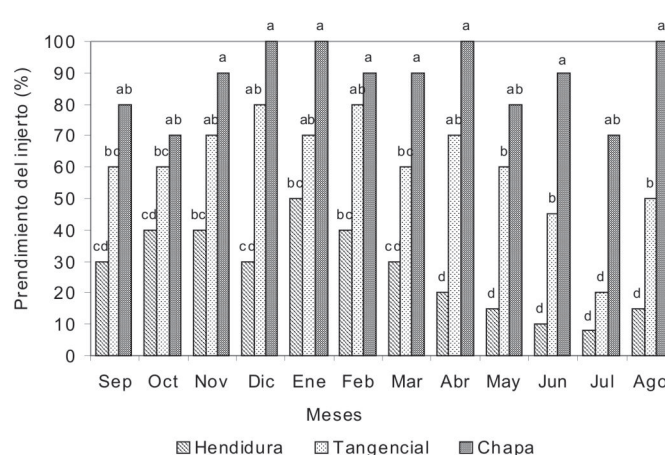


Fig. 4. Comparación de proporciones del prendimiento de los injertos de mamey realizados en vivero por tres métodos durante diferentes meses del año. $p \leq 0.05$.

lizadas a esta técnica con respecto a la utilizada por otros autores como García *et al.* (2001), que emplean para este tipo de injerto secciones de las varetas divididas a la mitad por el leño.

En este trabajo se realizó un corte superficial de la corteza lateral en la sección de la vareta utilizada; y en este caso queda un mayor área de tejido de crecimiento en contacto con los tejidos del patrón que favorece la formación rápida de callo y un mayor prendimiento, además, el follaje del patrón protege al injerto de las radiaciones solares en comparación con los otros tipos de injertos en que este se elimina con la poda como un procedimiento necesario para el injerto.

Los bajos prendimientos con el injerto de hendidura se atribuyen a que como parte del procedimiento para realizar este injerto se decapita el patrón y se injerta la yema en la parte superior, que al no estar protegida por las hojas del patrón, queda expuesta a la incidencia de la radiación solar, los vientos y daños mecánicos. En este injerto hay que realizar dos cortes profundos en la vareta para formar la cuña y esto reduce el área de formación de callo durante el prendimiento.

Según Balerdi *et al.* (1996) la mejor época para injertar el mamey es cuando los días son cálidos, las noches frescas y la humedad relativa baja, condiciones que se presentan en los meses de marzo-mayo y de octubre-noviembre en La Florida. En Jagüey Grande, se logran buenos prendimientos durante todo el año, aunque los mejores resultados se obtuvieron en periodos similares a los informados con anterioridad y la variabilidad depende del tipo de injerto utilizado, el estado fenológico de las plantas madres y la habilidad del injertador.

Con respecto a estas observaciones, en las condiciones de este trabajo se utilizaron varetas en todos los estados fenológicos anteriores y se lograron resultados satisfactorios, sin embargo, García *et al.* (2001) plantean que para obtener buenos prendimientos con el injerto de hendidura, es necesario garantizar un grupo de condiciones como: sombreado al 50 %, humedad relativa al 80 %, desinfección de las yemas y patrones, entre otros requerimientos.

Crecimiento de los brotes en tres tipos de injertos

Con relación a la evaluación del crecimiento de los injertos de mamey realizados en vivero (figura 5), se apreció que a los 27 días no se encontraron diferencias en la longitud de los brotes entre los injertos de hendidura y tangencial, pero sí fueron significativas con respecto al de chapa, que mostró un menor crecimiento inicial. No obstante a los 53 días se inicia un crecimiento acelerado de los brotes en los injertos de chapa y se alcanzan valores de 14 cm a los 68 días del injerto con diferencias significativas con respecto a los injertos tangencial sin patrón decapitado y de hendidura, que no superan los 6 cm de largo.

El comportamiento diferente en el crecimiento de los brotes a partir de yemas apicales y axilares, se atribuye a la presencia diferenciada de promotores del crecimiento (auxinas) en los tejidos utilizados en cada tipo de injerto y al mayor o menor grado de lignificación del tejido vegetativo utilizado para la propagación.

La eliminación de la dominancia apical del patrón cuando se realiza el injerto de chapa permite un mayor desarrollo de las yemas axilares, lo que corrobora la hipótesis de Acosta *et al.* (2000) de que la supresión de la yema apical principal favorece el crecimiento de las yemas laterales. Se ha reconocido también que las auxinas producidas en el ápice del brote apical generan señales que inhiben el desarrollo de las yemas axilares y si las primeras se eliminan, se estimula el desarrollo de las laterales (Opik y Ralfe, 2005).

Estas observaciones pueden explicar por qué las yemas axilares utilizadas en el injerto de chapa se desarrollan a una mayor velocidad que las yemas apicales colocadas en los injertos tangencial y de hendidura, donde el crecimiento se atribuye al reinicio de la acumulación de las auxinas promotoras del desarrollo.

El crecimiento en diámetro de los brotes en los injertos tangencial sin patrón decapitado y de hendidura (figura 5), resultó superior y con diferencias significativas con respecto al alcanzado con el injerto de cha-

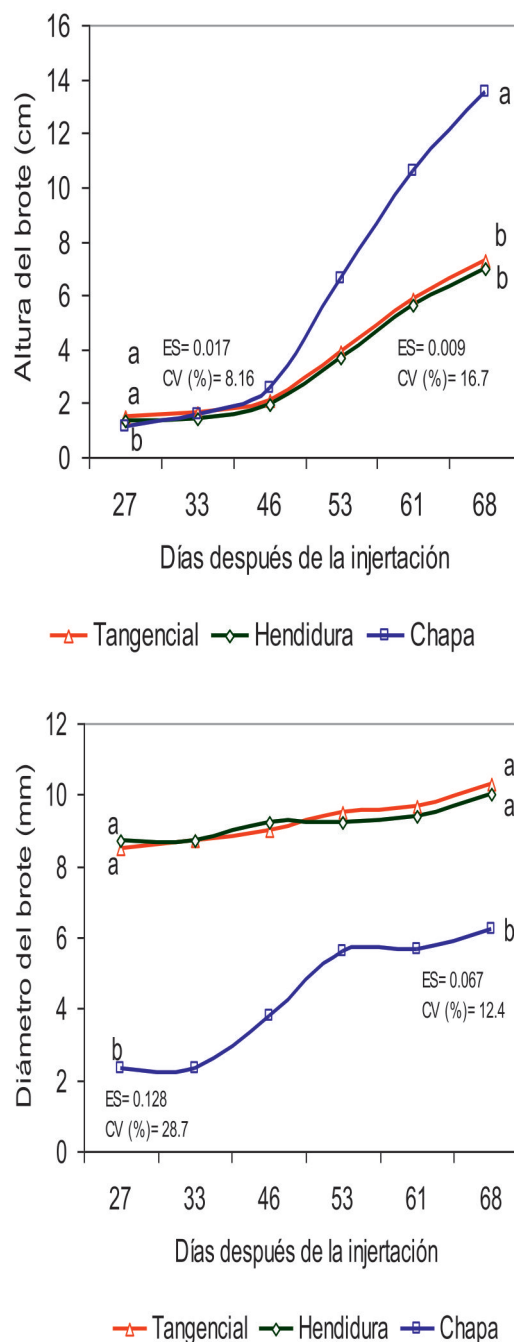


Fig. 5. Crecimiento de los brotes de mamey en los tres tipos de injertos realizados en condiciones de vivero. $p \leq 0.05$.

pa, tanto a los 27 como a los 68 días de realizado los injertos. Estos resultados indican que en los injertos, tangencial sin patrón decapitado y de hendidura, se parte de una yema terminal con un crecimiento más lento y estable en el tiempo que en el de chapa, donde se utiliza una yema axilar que crece a un ritmo más acelerado.

Con el empleo del injerto de chapa se logra una planta lista para llevar a campo de forma más rápida y un mayor aprovechamiento del material vegetativo, teniendo en cuenta que la disponibilidad de material de propagación en esta especie es limitada. En el cultivo del mamey es importante que se evalúe el desarrollo de los brotes en plantas injertadas, en condiciones ambientales favorables, para definir el número de flujos y su tamaño, dado que este aspecto es fundamental para el manejo de la especie (Ledesma *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

1. El mejor período para la preparación de las varetas de mamey para el injerto en las condiciones de Jagüey Grande, se presenta entre los meses de noviembre a abril en que ocurre el reposo vegetativo.
2. Las varetas de mamey se encuentran listas para el injerto entre 30 y 35 días después del anillado que se realiza en la planta madre, con mayores reservas de almidones que las no anilladas.
3. Con el injerto de chapa se lograron los mayores prendimientos (70-100 %) durante todo el año en comparación con el injerto tangencial y de hendidura.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M.; Sánchez, J.; Bañón, M. 2000. Auxinas. Fisiología Vegetal. Cap 19. Ed. Azcón-Beto España. pp 305-323.
- Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. Tesis de Doctorado. La Habana. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ministerio de la Agricultura, 45 pp.
- Balerdi, C. F. Crane, J. H. Y Campbell, C.W. 1996. The Mamey, Sapote. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Science. EDS. p. 26-34.
- España, E. A. 1997. Caracterización morfológica y fenológica "in situ" de los cultivares de zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) en el Departamento de Suchitepequez. Trabajo de Diploma. Universidad de San Carlos de Guatemala: Facultad de Agronomía. Sistema de Producción Agrícola 60-63.
- García, O. Jiménez, A. Pérez-Ponce, J. N. Milián, J. R. 2001. Selección de cultivares, perfeccionamiento y desarrollo del método de propagación por injerto en mamey (*Pouteria sapota*). Santa Clara. Villa Clara: CCS El Vaquerito, 22 pp.
- Hernández, A. Ascanio, M. Cabrera, A. Morales, M. Y Medina, N. 2004. Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba con World Reference Base. Conferencia en Postgrado de Clasificación de suelo. 14 pp.
- Ledesma, A.; Villegas, A.; González, V. A.; Ruiz, Lucero; Mora, A. 2011. Cinética de crecimiento foliar y desarrollo de brotes en selecciones injertadas de zapote mamey. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2 (6): 901-911.
- Lobato, S. 1998. Desarrollo de métodos de propagación para la conservación y propagación *ex situ* de especies de sapotáceas (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn). Tesis de Maestría. Escuela de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales CATIE. Costa Rica: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, 116 pp.
- Mahatanatawee, K. Goodne, K. Baldwin, E. Manthey, J. Luzio, G. 2005. Total antioxidant activity of Florida's tropical fruit. Winter Haven: Citrus and Subtropical Products Laboratory. pp 68-70.
- Malo, S. E. 1970. Propagation of the mamey sapote. *Proc. Trop. Reg. Soc. Hort. Sci.* 18: 165-175.
- Morales, H. H. 1999. Caracterización morfológica y fenológica *in situ* de materiales genéticos de zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) en la cuenca de los ríos La Conquista y Tutunico en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. Trabajo de Diploma. Universidad de San Carlos de Guatemala: Facultad de Agronomía. Sistema de Producción Agrícola, 87 pp.
- Opik, H. and Ralfe, E. 2005. The physiology of flowering plants. Plant growth hormones. In Chapter 7. 4th edition, Eds Cambridge University Press. pp 177-194.
- Ramos, E. F. 1999. Caracterización morfológica y fenológica de materiales genéticos de *Pouteria viridis* (Pittier) Conquist y zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) en cuatro Municipios de Quiche. Trabajo de Diploma. Universidad de San Carlos de Guatemala: Facultad de Agronomía. Sistema de Producción Agrícola, pp 75.
- STATSOFT INC. STATISTICA. 2003. (Data analysis software system), version 6.1. Disponible en: <http://www.statsoft.com>.
- Umaña, C. 2000. Injertación del zapote (*Pouteria sapota* Jacq.) H. E Moore y Stearn Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Área de Agricultura Ecológica, Unidad de Recursos Fitogenéticos. Manual Técnico No. 45, Ediciones CATIE: IPGRI: BID, pp. 1-13.
- Vásquez-López, A. Mora, J. Cárdenas, Elizabeth y Téliz, D. 2009. Etiology and histopathology of dieback disease on mamey trees (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stearn) in Guerrero, México. *Agrociencia* 43 (7): 717-728.
- Villegas-Monter, A., M. E. Ibarra-Estrada, y S. Espinosa-Zaragoza. 2005. Expectativas de las Sapotáceas en México. XVIII Curso de actualización frutícola. Del 5-7 de octubre de 2005. Coatepec de Harinas, México. pp. 26.

Artículo científico

PRESENCIA, DISTRIBUCIÓN Y DAÑOS DE *PACHNAEUS LITUS* GERMAR EN PLANTAS DE MAMEY *POUTERIA SAPOTA* (JACQ.) H. E. MOORE ET STEARN CLON 'FARIÑAS' (SAPOTACEAE) EN FASE DE FOMENTO EN LA ISLA DE LA JUVENTUD*

Ileana Estévez García, Marlene García Collado y Pedro J. Hernández Rodríguez

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma. No. 3005 entre 30 y 32, Miramar, Playa. La Habana. Cuba.
E-mail: eprincipal@gdif.iju.minag.cu

* Recibido: 4 de octubre de 2013. Aceptado: 12 de febrero de 2015

RESUMEN

Con la nueva proyección estratégica de los frutales orientada por el MINAG (2009) se propone un reordenamiento de las estrategias de manejo de estos cultivos en el país y la diversificación de especies fruteras que permita ampliar la oferta a la población, una de estas frutas es el mamey colorado *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn., especie poco desarrollada en la Isla de la Juventud y por lo que se tienen escasos conocimientos acerca de las plagas que lo atacan. Fue objetivo de este trabajo informar la presencia y daños del picudo verde azul *Pachnaeus litus* Germar en plantas de fomento del clon 'Fariñas' en la Isla de la Juventud. En un muestreo efectuado en junio de 2009, en un campo de mamey colorado del clon 'Fariñas' situado en la localidad de Santa Fe, se observaron lesiones en las hojas causadas por un picudo verde azul, se procedió a recolectar ejemplares y se comprobó que las lesiones eran causadas por *P. litus*, las que se detectaron también en 2010. Se evaluaron en los dos años la distribución y la intensidad de los daños ocasionados en los brotes jóvenes. *P. litus* presentó un 100 % de distribución y daños con categoría de media a intensa. Este resultado constituye el primer reporte sobre la presencia de *P. litus* en plantas de mamey colorado en la Isla de la Juventud.

Palabras clave: daños, distribución, *Pachnaeus* spp, *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn., Isla de la Juventud

Presence, distribution and damages of *Pachnaeus litus* Germar in plants of red mammee in development phase at Isla de la Juventud

ABSTRACT

With the new strategic projection of the fruit plantations guided by the MINAG (2009) it is proposed a new strategy of management of these cultivations in the country and the diversity of fruit species that allows to enlarge the offer to the population, one of these fruits is the red mammee *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn., not very developed specie in Isla de la Juventud and for the one which it exists a few knowledge about the pests that attack it. It was objective of this work to inform the presence and damages of weevil *Pachnaeus litus* Germar in a plantation in phase of development of the 'Fariñas' clone. In an observation effected in June of 2009 in a field of red mammee of the 'Fariñas' clone located in Santa Fe, lesions in the leaves caused by a weevil blue green were observed, it was proceeded to gather insects and it was checked that the lesions were caused by *Pachnaeus litus* Germar, those that were also detected in 2010. They were evaluated the distribution and the intensity of the damages occasioned in the young buds in the two years. *P. litus* presented a 100 % of distribution and damages with category of medium to intense in the foliage in the 'Fariñas' clone. This result constitutes the first report on the presence of *P. litus* in plants of red mammee in Isla de la Juventud.

Key words: damages, distribution, *Pachnaeus litus*, *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn, Isla de la Juventud.

INTRODUCCIÓN

El mamey colorado *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn representa uno de los más importantes y valiosos frutales de Cuba, con una amplia variabilidad en el país. Se han propagado algunos clones muy preciados, como 'Fariñas', procedente de Vueltas, provincia de Villa Clara, de gran tamaño y pulpa muy roja (Rodríguez y Sánchez, 2005), con una época de cosecha entre los meses de junio a agosto, alto

rendimiento y calidad excelente de sus frutas (Rodríguez et al., 2011).

Desde el punto de vista ecológico se considera de enorme importancia impulsar el desarrollo de nuevas plantaciones de mamey. Esto contribuye a mantener la diversidad de los genotipos existentes en el país (García, 2011), la variedad de los frutales y también la de las áreas forestales, ya que esta especie se con-

sidera una planta forestal utilizada como frutal (Rodríguez y Rodríguez, 2007).

En la Isla de la Juventud existen plantas de este frutal en patios caseros (Pardo y García, 2004) y está previsto el desarrollo de plantaciones como parte del Programa de Desarrollo (MINAG, 2009). Por ello se requiere conocer su comportamiento ante diversos factores, entre ellos las plagas, poco estudiadas en este territorio debido a que no existen áreas extensivas ni productivas por lo que se tienen escasos conocimientos acerca de los artrópodos que lo atacan.

En la Florida se encuentran informadas atacando al mamey a especies de *Phyllophaga*, *coccoideos*, ácaros rojos y como plaga potencial se señala al picudo rayado *Diaprepes abbreviatus* L. (Balerdi y Crane, 2009) y en México, Lagunes et al. (2007) encontraron daños significativos ocasionados por las chicharritas de los géneros *Neokolla*, *Sibovia* y *Empoasa*.

En Cuba, Montes (1981) reportó al mamey colorado entre las plantas hospedantes de este insecto, pero son escasas las informaciones referentes a la distribución y daños que ocasiona en este cultivo. Fue objetivo de este trabajo informar la presencia y daños del picudo verde azul *P. litus* en plantas de fomento del clon 'Fariñas' en la Isla de la Juventud.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos visuales y con una frecuencia mensual (desde enero de 2009 a junio de 2010) en 20 plantas seleccionadas al azar de mamey colorado *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn. clon 'Fariñas' en fase de fomento, situadas en un campo de 0,2 ha, establecido en febrero de 2008 a una distancia de 6 m x 6 m, sobre un suelo ferralítico-cuarcítico amarillo lixiviado y sin riego en la localidad de Santa Fe.

En el muestreo efectuado en junio de 2009 se observaron adultos del picudo verde azul alimentándose de las hojas, se recolectaron ejemplares y se trasladaron al laboratorio del Grupo de Difusión Tecnológica para su identificación (Metcalf y Flint, 1965; Montes, 1980, 1981; Sánchez 1984).

Se determinó la distribución del insecto mediante la fórmula:

$$D = A/B \times 100$$

Donde

A= número de plantas con presencia de plagas.

B= número total de plantas muestreadas.

La intensidad de los daños al área foliar se determinaron mediante una escala arbitraria (Martínez et al., 2006) que se describe a continuación:

Nulo	Ligero (L)	Medio (M)	Intenso (I)
0	1- 25%	26- 50 %	+ 50%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el muestreo efectuado en el mes de junio de 2009, se observó sobre las plantas de mamey 'Fariñas' (Figura 1 A) la presencia de un curculiónido de color verde azul que se identificó como *Pachnaeus litus* (Figura 1 B), género en el que se agrupan los llamados picudos verde azules, dada la coloración del cuerpo. Los curculiónidos se caracterizan por presentar cabeza prolongada en forma de pico, antenas acodadas, terminadas en maza y tercer segmento del tarso bilobulado (Metcalf y Flint, 1965).

Se corroboró que los ejemplares colectados se correspondían con *P. litus* por presentar los lados del cuerpo con bandas amarillas, el protórax con tres líneas amarillas también, al igual que el borde de los élitros. Las bandas amarillas son más anchas al costado del protórax y bordean por debajo de los laterales al abdomen. En la zona dorsal de esta región del cuerpo se encuentran depresiones muy pequeñas semejantes a líneas de puntos y los bordes de los élitros son bisinuados. Estas características lo diferencian de las restantes especies de *Pachnaeus* (Montes, 1980; Sánchez, 1984).

Presenta dimorfismo sexual, el macho posee un cuerpo de tamaño más pequeño que la hembra y se diferencian entre ellos por el último segmento abdominal del cuerpo, que en el macho resulta ser redondeado y en la hembra aguzado (Álvarez, 1979).



Fig. 1. Planta de mamey clon 'Fariñas' (A). Adulto de *Pachnaeus litus*. (B).

Foto: Grupo de Difusión Tecnológica. Isla de la Juventud.

P. litus ha sido informada ocasionando daños en diversos cultivos en Cuba como los cítricos *Citrus* spp. (Borges et al., 2007; González et al. 2013), fresa *Fragaria vesca* L., aguacate *Persea americana* Mill., eucalipto *Eucalyptus* spp., yuca *Manihot esculenta* Crantz, y boniato *Ipomoea batatas* (L.) Lam. (Monteagudo et al., 1987; Castellanos et al., 2001), También puede alimentarse sobre plantas ornamentales como la gerbera *Gerbera jamesonii* Bolus (Cruz et al., 2009) y de uso culinario y medicinal como la albahaca blanca *Ocimum basilicum* L. (Bernal et al., 2012). Este amplio rango de especies y géneros que emplea para su alimentación y desarrollo demuestran su característica de insecto polífago.

En otros países como México se destaca por alimentarse de numerosas plantas ornamentales (Anónimo, 2009) y de las hojas jóvenes de litchí en La Florida (Folino y Mee, 2013).

Conjuntamente con la presencia del insecto se detectaron lesiones en forma de media luna en el margen de las hojas, causadas por el proceso de alimentación de este coleóptero (Figura 2), que manifestaron una categoría entre media e intensa en 2009 (Tabla I).



Fig. 2. Lesiones en hojas de mamey colorado con 'Fariñas' en forma de media luna ocasionadas por *P. litus*
Foto: Grupo de Difusión Tecnológica. Isla de la Juventud.

En el mes de mayo de 2010 se detectó nuevamente la presencia del fitófago y en todas las plantas evaluadas, para 100 % de distribución y daños con categoría media en el follaje, los que se clasificaron de intensos en el mes de junio. El conteo de insectos en estos meses arrojó una media por planta de 14,2, con un valor máximo de 31,0 y mínimo de 3,0 insectos por planta, respectivamente (tabla I). Estos resultados evidencian

las altas densidades de población que puede desarrollar en este clon.

Tabla I. Parámetros evaluados de las poblaciones de *P. litus* en el clon 'Fariñas' en la Isla de la Juventud.

Parámetros evaluados	Años	
	2009	2010
Distribución (%)	100	100
Intensidad	M-I	M-I
Media de insectos por planta	-	14,2
Valor máximo de insectos en un conteo	-	31,0
Valor mínimo de insectos en un conteo	-	3,0

Las afectaciones severas del follaje causan un decremento de la eficiencia en la utilización del agua de hasta 20 % así como una disminución notable en la fotosíntesis (Montes, 2004).

La presencia y daños del insecto durante los dos años, confirma su establecimiento en el cultivo del mamey, por lo que en estos meses se debe mantener el monitoreo de esta plaga, máxime que en el período comprendido de mayo a junio se produce la emersión de los adultos de *Pachnaeus*, (Montes, 2004). Como se demuestra en este trabajo, ya en junio la intensidad de los daños al follaje fue intensa. Resultados similares hallaron González et al. (2013) para plantas de naranjo 'Valencia' de Jagüey Grande.

Los picudos verde azules son considerados como plagas dobles, ya que durante la etapa larval se alimentan de las raíces de los árboles, mientras que en la fase adulta lo hacen sobre las hojas tiernas (Castellanos et al., 2001; Montes, 2004). De ahí que se clasifiquen como unas de las plagas más dañinas de los cultivos agrícolas.

Con respecto a la incidencia y daños de plagas sobre este cultivo en Cuba, Bruner et al. (1975) informaron a varias especies de *Scarabidae* (Coleoptera) atacando al follaje, Vázquez et al. (2004) señalaron a las larvas del lepidóptero *Robinsonia formula* Grote conocidas como osito peludo, alimentándose del follaje, pero sin provocar daños económicos y Rodríguez et al., (2011) y MINAG (2011) a especies de cóccidos y ácaros de los géneros *Tetranychus* y *Brevipalpus*. Como puede constatarse no se informan la distribución y daños de *Pachnaeus*, por lo que estos son los primeros resultados sobre la presencia, distribución y daños de esta especie en plantas de mamey del clon 'Fariñas'.

CONCLUSIONES

1. Se informa por vez primera la presencia del picudo verde azul *Pachnaeus litus* Germ. atacando el foliaje de plantas de mamey colorado *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn clon 'Fariñas' en la Isla de la Juventud.
2. El picudo verde azul *Pachnaeus litus* puede causar daños en la totalidad de las plantas con categoría de media a intensa.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, L. Diferenciación sexual del género *Pachnaeus* (Coleoptera: Curculionidae). *Ciencia y Técnica de la Agricultura. Cítricos y otros frutales* 2 (1):1979.
- Anónimo.2009. *Pachnaeus litus* (Germar) - Citrus Root Weevil. Recuperado 14 de Julio de 2014 de <http://www.famu.edu.cesta/Invasive-weevil-species>
- Balerdi, C. F., J. H. Crane. 2009. El mamey zapote en Florida. HS1040 (FC-30) Departamento de Ciencias Hortícolas, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). Consultado fecha: diciembre de 2012.
- Bernal B., R. Deroncelé, T. Díaz. 2012. Registro de plagas de albahaca blanca (*Ocimum basilicum*) bajo condiciones de cultivo protegido. *Fitosanidad* 16(2): 87-89.
- Borges, M.; A. Beltrán; M. Gómez; C. González; M. Montes; R. I. Cabrera; D. Hernández; J. L. Rodríguez. 2007. Control biológico natural y su asociación con plagas de especies frutales en Cuba, *Fitosanidad*, 11 (2):110-111, La Habana.
- Bruner, S.C., L.C. Scaramuzza, A.R. Otero.1975. Catálogo de Insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba.309 pp.
- Castellanos, A., N. Rodríguez, C. González, M. Borges, O. Fernández, J. Mora, L. F. Pérez. 2001. Principales Fitófagos que atacan al cultivo de los cítricos. Conferencia. IIFRT. 40 pp.
- Cruz, M., V. Marrero, B. Cruz, T. Díaz. 2009. Picudo verde azul de los cítricos (*Pachnaeus litus* Germar) como agente causal de daño en *Gerbera jamesonii* Bolus. *Fitosanidad* 13 (3). Recuperado de <http://www.fitosanidad.cu> fecha de consulta marzo de 2014.
- Folino, K. and B. Mee, 2013. 8 Essential Factors for Growing Healthy Lychee Trees Recuperado 14 de julio de 2014.de <http://growables.org/information/TropicalFruit/lychee.htm>
- García, M. E. 2011. El mamey colorado. *CitriFrut* 28 (1):77-79. ISSN 1607-5072.
- González, C., L. González, D. Hernández, J. L. Rodríguez, H. Fortes. 2013. Memorias. CD ROM. Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. Mayabeque, Cuba.
- Lagunes, A., W. Madonado, A. Marín, A. Mora, D. Téliz. 2007. Fluctuación poblacional de chicharritas (Homoptera: Cicadellidae) en el cultivo del zapote mamey *Pouteria sapota* en Guerrero, México. Memorias. CD ROM. Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. La Habana, Cuba.
- Martínez C., I. Estévez, J. Rivas, R. Montesino, P. J. Hernández. 2006. Nuevas combinaciones de naranjos en la Isla de la Juventud. Memorias. XV Congreso Internacional del INCA, La Habana, 4 pp.
- Metcalf C.L., y W.P. Flint. 1965. Insectos Útiles y Destructivos. Editorial Pueblo y Educación. 1176 pp.
- MINAG, 2009. Proyección Estratégica para la Producción de los Frutales. 36 pp.
- MINAG, 2011. Instructivo Técnico para el cultivo del mamey colorado o sapote. Biblioteca ACTAF. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical 17 pp.
- Monteagudo S., H. Grillo, M. Suazo. 1987. Nuevo hospedante de *Pachnaeus litus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Centro Agrícola* 14 (4): 57-60.
- Montes, M. 1980. Estudios Bionómicos y Ecológicos de *Pachnaeus litus* Germar (Coleoptera, Curculionidae) en Cuba. Referat de Tesis. Instituto de Cítricos y Frutales. 33 pp.
- Montes, M.1981. Estudio de las plantas hospedantes de *Pachnaeus litus* (Coleoptera: Curculionidae) y otras especies afines. *Cienc. Tec. Agric. Cítricos y otros frutales* 4(1):107-117.
- Montes, M. 2004. Curculiónidos que atacan los cítricos en Cuba y el Caribe. Manejo Ecológico. Conferencia. IIFT. 10pp.
- Pardo A., y M. García. 2004. Inventario y Caracterización de especies fruteras en la Isla de la Juventud. Informe Final de Proyecto. Grupo de Difusión Tecnológica. Isla de la Juventud. 32 pp.
- Rodríguez A. y P. Sánchez. 2005. Especies de Frutales cultivadas en Cuba en la Agricultura Urbana. Tercera Edición. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. 112 pp.
- Rodríguez A. y A. Rodríguez. 2007. Especies forestales utilizadas como frutales en las condiciones de Cuba. *Agricultura Orgánica* 13: (1): 19-22.
- Rodríguez, A., E. Farrés, J. Placeres, O. Peña, L. Fornaris, L. Mulens, J. Ramos, D. Hernández. 2011. *CitriFrut* 28 (1):73-76.
- Sánchez. M.1984. Plagas y enfermedades de los frutales. Editorial Pueblo y Educación. 195 pp.
- Vázquez, C., V. Figueroa y J. Lama. 2004. Las Plantas de Nuestro Huerto. 3. Frutales Tropicales y sus recetas. Editorial Proyecto Comunitario Conservación de Alimentos. ISBN 959-7098-32-6. 239 p.

PROPUESTA DE ESTRUCTURA DE ESPECIES Y CULTIVARES PARA EL PERÍODO 2015-2020 EN LA CITRICULTURA CUBANA*

Jorge R. Cueto-Rodríguez¹, Giselle Sosa-Sánchez², Katia Rodríguez-Rodríguez² y Rolando Riaño-González³

¹Grupo Empresarial Frutícola Ave Independencia #11111, Boyeros, La Habana, Cuba
E-mail: cueto@gef.cu ; cuetojrg@gmail.com

²Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, La Habana, Cuba

³Empresa de Cítricos 'Victoria de Girón', Jagüey Grande, Matanzas, Cuba

* Recibido: 2 de febrero de 2015. Aceptado: 2 de mayo de 2015

INTRODUCCIÓN

La citricultura cubana llegó a alcanzar su mayor desarrollo en la campaña 1989-90, al poseer un área total de 144 mil ha plantadas y una producción de frutas equivalente a un millón 17 mil toneladas (Ministerio de la Agricultura, 1996). Estas producciones estaban destinadas fundamentalmente al intercambio comercial (como fruta fresca fundamentalmente), con la Europa socialista, un mercado sin competencia y poco exigente. Al final de los 80's la industria cubana de jugos procesaba algo más de 200 mil toneladas de frutas.

Con la desintegración del bloque socialista en Europa, la citricultura cubana pierde su principal mercado y suministrador de insumos para su desarrollo, iniciándose el llamado 'Periodo Especial'. En 1994 se produjeron solamente 493 mil toneladas de frutas y se inició un gran proceso de cambio en la estructura productiva y de dirección. Se decidió el mercado de Europa Occidental como el destino fundamental de los productos cítricos, mercado muy competitivo y con altas exigencias de todo tipo.

Para enfrentar esta nueva etapa del desarrollo, la citricultura en Cuba se orientó fundamentalmente hacia dos cultivares -especies (naranja 'Valencia' y toronja blanca 'Marsh', sin semillas) apostando por frutas que pudieran cumplir el doble propósito del enfoque comercializador (fruta fresca y jugos concentrados y simples). Solo en dos empresas (Cítricos Ceiba en la provincia de Artemisa y Victoria de Girón en Jagüey Grande, Matanzas) existían áreas de toronjas pigmentadas que durante un buen tiempo se comercializaron con éxito en el mercado europeo. Se amplió la capacidad de procesamiento industrial del sistema y se logró una rápida y eficiente recuperación productiva, obteniéndose en la campaña 1999-2000 produccio-

nes de alrededor de 900 mil toneladas de frutas y solo con la tercera parte de las áreas en producción que se tenían a fines de los 80's.

Durante el periodo 1994-2004 las siembras nuevas se vieron seriamente limitadas por afectaciones sanitarias, climatológicas y financieras y por tanto se llegó al 2005-06 con aproximadamente la misma estructura de variedades que se tenía a inicios de 1994.

Con la presencia del huanglongbing (HLB) en Cuba (Ministerio de la Agricultura, 2007), se inicia una nueva etapa para la citricultura del país. Las viejas plantaciones comenzaron a depauperarse aceleradamente y aun cuando se iniciaron siembras importantes a partir del 2005-06, no fue posible lograr altos índices de supervivencia de estas, ya que los sistemas de protección no estaban bien ajustados, unido además a la alta sensibilidad de las plantas jóvenes ante esta enfermedad.

Actualmente la citricultura cubana dispone de alrededor de 20 mil ha plantadas y las producciones no rebasan las 100 mil toneladas. El nivel productivo está muy por debajo de las grandes capacidades industriales instaladas, el mercado de Europa para las frutas frescas cada vez se torna más difícil debido a la competencia y los costos para llegar a ese mercado son cada vez mayores (García *et al.*, 2008).

Sin embargo crece de manera sostenida la demanda de frutas con destino al turismo en Cuba, las islas del Caribe pueden y deben ser un mercado mucho más "fácil" para colocar frutas frescas, sobre todo por cuanto se comparten muchas de las plagas y enfermedades de los cítricos que limitan su presencia en Europa. La logística para la exportación al Caribe es

mucho más sencilla que para Europa, además de formar parte de varios esquemas de integración comerciales en la región.

Por otra parte, ya desde 1996, en la Revisión del Programa Nacional de Cítricos (Ministerio de la Agricultura, 1996) se señalaba la necesidad de proteger y mantener las producciones de cítricos en las áreas que no tributan para el sistema de exportación (empresas especializadas) y se consideraba que en gran medida el consumo local nacional se podía cubrir con aproximadamente las 100 mil toneladas de frutas que podía generar este esquema.

Lo cierto es que muchas de esas áreas se han ido perdiendo, pero se han ido incorporando también en los últimos años a la siembra de algunas especies y cultivares de cítricos, (fundamentalmente frutos ácidos) una gran cantidad de unidades productivas del país.

Una buena parte de estas últimas siembras en el sector no especializado de cítricos, se ha estado realizando con materiales no certificados y no han contado además con toda la asistencia técnica e insumos necesarios. Se considera que es importante garantizar el desarrollo de la gran y concentrada empresa citrícola, pero no se puede ni debe obviar que viene creciendo otra citricultura conformada por pequeños productores. Esta debe apoyarse para facilitar su desarrollo en aras de diversificar especies y cultivares, de manera que se pueda disponer en los mercados locales, durante la mayor parte del año, de naranjas, toronjas, mandarinas y frutos ácidos. Esto resulta de vital importancia para poder cumplir con las expectativas que se tiene para la citricultura de Cuba del 2025 y su impacto en la población cubana.

La diversificación de la citricultura puede ser la base del éxito para la comercialización selectiva y dirigida de las frutas en función de las necesidades de los clientes y, con ello, disponer paulatinamente de parte del financiamiento que se requiere para el crecimiento acelerado de las producciones y el incremento de la eficiencia del sistema agroindustrial.

DESARROLLO

A partir de esta situación, en la primera semana de diciembre del 2014, se efectuó una reunión del Consejo Técnico Asesor del Grupo Empresarial Frutícola, ampliado además con todos los directores técnicos de las empresas especializadas en la producción de cítricos del país. El único punto a analizar fue una propuesta de estructura de Especies-Cultivares y Patrones la cual debe servir de guía para las siembras de cítricos en Cuba en el periodo del 2015-2020.

Las propuestas y las consideraciones que a continuación se presentan, son parte del resultado de ese análisis.

Consideraciones preliminares

1.- Los cultivares que se proponen están saneados y disponibles en las instalaciones donde se ubican los materiales productores de yemas básicas de la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) en Alquizar, perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT).

2.- Las propuestas que se hicieron, están basadas en la información primaria de que se dispone hoy, a partir de evaluaciones realizadas por la UCTB-Jagüey Grande y la empresa de Cítricos Victoria de Girón, en ese territorio, y otras unidades de investigación del IIFT en el país, además de elementos obtenidos con mayor o menor rigor del comportamiento de estos materiales en otras regiones de Cuba, enriquecidas además con la bibliografía de otros países.

3.- Se conoce que el comportamiento de un cultivar está estrechamente relacionado no solo con sus características genéticas, sino también por su interacción con las condiciones ambientales, que incluyen el clima, el suelo, los patrones y las tecnologías que se han utilizado, entre otros.

4.- En la tabla I se propone un ordenamiento para la cosecha. Este no quiere decir que las fechas que se proponen para cada cultivar sean el momento posible de cosecha, sino el periodo óptimo que se propone utilizar este cultivar. Se considera que puede ampliarse el periodo de cosecha, sobre todo en las naranjas tempranas y de media estación, pero es su periodo óptimo y sobre todo su competencia por calidad o rendimiento con otros cultivares.

Debe tenerse en cuenta, además de la situación sanitaria de los cítricos en la región y en Cuba, la necesidad de evaluar con detenimiento las estrategias productivas, lo que implica abrir los espacios necesarios a una citricultura diferente y eficiente, de forma que se garantice ir avanzando de manera consolidada en las producciones y su comercialización.

El hecho mismo de no poseer grandes producciones de ninguna especie hace pensar en que se deben ir solucionando los problemas de hoy y además pensar estratégicamente en los del mañana. Se considera que debe garantizar inicialmente la demanda interna del turismo y posible exportación de pequeñas cantidades a mercados del Caribe antes de iniciar las

grandes exportaciones hacia Europa donde la competencia cada día es mayor con una posibilidad de triunfo menor.

NARANJAS (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

GRUPO NAVEL

Estas son las naranjas más tempranas. En las condiciones de Cuba es posible cosecharlas con parámetros mínimos de calidad para su comercialización, en el mes de agosto. Este grupo de naranjas es bien conocido en Cuba desde hace muchos años, y llegaron a ser muy demandadas en muchas áreas citrícolas, sobre todo en la empresa América Libre en Contramaestre, provincia de Santiago de Cuba.

En Cuba el clon que se ha utilizado desde siempre ha sido Washington Navel. Los cultivares Newhall y Navelina son muy parecidos y en muchos mercados locales se comercializan indistintamente con el mismo nombre, aunque en realidad la Newhall es un poco más temprana que la Navelina. En las condiciones cubanas todo parece indicar que el fruto de Newhall es más chico que el de la Navelina, el cual es más parecido a la Washington en tamaño. Además, el fruto de Newhall es más jugoso y en ocasiones sus árboles algo más productivos. Este grupo de naranjas cuando se injertan sobre patrones vigorosos pueden adelantar su época de cosecha aunque debe tenerse en cuenta la influencia sobre su calidad interna.

Hoy en Cuba se cuenta con un clon de Washington Navel, introducido desde España (FOYOS-INIASEL-45) el cual no ha sido adecuadamente estudiado y pudiera ser un objetivo inmediato a evaluar, sobre todo comparándolo con estos que ya aparecen propuestos.

En este periodo temprano, algunas empresas pueden producir y comercializar bien algunos híbridos muy productivos, y aun cuando su jugo no es de gran calidad, si resultan ser frutos muy jugosos y demandados. Tal es el caso de la Chironja y de la naranja Blanca de Mayajigua.

Estos cultivares aparecen dentro del listado oficial de cultivares para el 2014-15 y se dispone de yemas básicas en el IIFT, aun cuando no forman parte de la propuesta oficial.

NARANJAS BLANCAS

Hamlin: Es un cultivar que se utiliza por excelencia en la citricultura de la Florida, reconocida por sus altos rendimientos agrícolas, árbol mediano, temprano, desde principios de septiembre cumple con los parámetros de calidad, aunque en algunas evaluaciones realizadas en las condiciones de Cuba no resulta poseer tan-

to jugo, y su calidad no es buena por color y sabor, de acuerdo a la preferencia de los consumidores locales. Situación similar se reporta en la citricultura paulista, donde representa alrededor del 12 % de las naranjas, pero se dedica fundamentalmente a jugos.

Se considera en el país como de baja acidez. El fruto es pequeño y de pocas semillas. Es propenso a la abscisión cuando avanza mucho la maduración. Sería interesante obtener algún clon de Hamlin de los últimos seleccionados en la Florida, donde algunas de estas características del fruto y de su jugo resultan mejores.

Victoria: Es un cultivar productivo, vigoroso, bien adaptado a las condiciones de Cuba, seleccionado en áreas de Jagüey Grande, provincia de Matanzas. El fruto es relativamente pequeño, muy parecido a Hamlin. Muy pocas semillas (2-3), jugosa, mejor color y sabor que Hamlin, aun cuando no tiene altos contenidos de sólidos solubles totales (SST), posee buena acidez, y se cosecha a partir del 15 de septiembre, al igual que Hamlin.

China 2: es un cultivar muy productivo, el fruto es mediano, mayor que Hamlin y Victoria, el número de semillas es mayor que Hamlin-Victoria pero similar a las Valencias (6-7), así como las características de su jugo. Presenta buen Índice de Madurez a mediados de octubre.

Valencia temprana: Realmente es una Valencia que se cosecha en media estación, a partir de septiembre, pero en el esquema propuesto debe ser cosechada a partir de octubre para permitir que naranjas tempranas y muy productivas como la China 2 tengan una buena ventana comercial. Tiene solo 4 semillas y el fruto es mediano. Esta naranja puede servir para cubrir cualquier destino con alta calidad (fruta fresca o jugos).

Valencia 121: Es una Valencia que se puede cosechar desde mediados de noviembre, aun cuando mejora sus indicadores de calidad de manera importante a partir de principios de diciembre. Es la Valencia que garantiza la continuidad de la Valencia temprana. Su fruto es algo mayor que esta y que el resto de las Valencias que le siguen en época de cosecha. Puede ser utilizada para cualquier destino.

Olinda Valencia/ Campbell Valencia/ENMC-27/Criolla: Estos son los 4 clones de Valencia Tardía que de manera "anárquica" se han venido propagando en los últimos años en la citricultura cubana. Todas ellos inician su cosecha a finales de diciembre o principios de enero. Sus frutos son muy parecidos, aun cuando

Tabla I. Propuesta de naranjas (*Citrus sinensis* L. Osbeck) e híbridos de mandarinas para el periodo ciclo 2015-2020

Especies/cultivares	Características notables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NARANJAS													
GRUPO NAVEL	NARANJAS MÁS TEMPRANAS CON OMBLIGOS												
Newhall	Más temprana, fruto homogéneo y ombligo chico								X	X	X		
Navelina	Fruto homogéneo, ombligo chico, similar a Newhall									X	X		
Washington	Ombligo grande, fruto mayor, tiende a secarse									X	X		
GRUPO BLANCAS	NARANJAS COMUNES												
Hamlin	Muy productiva, jugo claro, fruto chico									15	X	X	
Victoria	Productiva. Muy pocas semillas, buen jugo									15	X	X	
China 2	Más productiva que Victoria, fruto mayor, 6-7 semillas										15	X	X
Valencia Temprana IVIA	Media estación. 4 semillas Fruto mediano										X	X	X
Valencia 121	Media estación-Tardía. Fruto grande	X	X										X
Olinda Valencia	Fruto grande	X	X	X	X								
Campbell Val.		X	X	X									
Val. ENMC-27	Fruto mayor de Valencias	X	X	X	X								
Valencia Criolla	Muy productiva. 3 semillas. Fruto pequeño	X	X	X	X								
Lue Gim Gong	Tardía después de Valencias		X	X	X	X							
Natal	Muy tardía y productiva. No hay muchos datos de evaluaciones en Cuba				X	X							
HIBRIDOS	SE COMERCIALIZAN COMO NARANJAS Y/O MANDARINAS												
Clemelina	Productivo, fácil pelado, Buen color fruto-jugo. 28 semillas.									15	X	X	
Maribel	Muy productivo, temprano Muy fácil pelado, 12 semillas									15	X	X	
Valentina	Grande, poco jugo, Fácil pelado, Buen color, 16 semillas	X									15	X	X
Tangelo Orlando	Muy productivo, jugoso. Necesita de polinizador, 15 semillas										X	X	

la Olinda y la ENMC-27 tienen frutos un poco mayores que los otros clones.

Dentro de ellas se ha distinguido siempre la Criolla, por poseer un fruto de menor tamaño y muy pocas semillas (3), y lo más significativo de este clon es su alto rendimiento agrícola. La ENMC-27 solo superó al resto de las valencias en cuanto a rendimiento y calidad en un ensayo realizado en la región oriental.

Algunos investigadores señalan que la Campbell es menos estable en su producción que la Olinda, y otros aseguran que cae más temprano y que por tanto no se mantiene tanto tiempo en la planta como el resto de las Valencias. Otros señalan que su comportamiento en este sentido es igual al de la Olinda.

Lo cierto es que estos cultivares, a partir de una adecuada estructura de patrones y manejo de la plantación, con independencia de la región de Cuba donde se planten, deben cubrir el ciclo de enero-abril, sin mayores dificultades.

Lue Gim Gong: No son muchos los criterios que existen acerca de este cultivar, es poco utilizado y solo se cultiva con éxito en algunas regiones del mundo, una de ellas, La Florida.

Es un cultivar con todas las características de una naranja Valencia, su árbol, forma y tamaño del fruto, su jugo y su calidad interna. Su característica fundamental es que es algo más tardío que el resto de las Valencias; lo que sería conveniente para la citricultura del país, ya que podría cubrir de una forma u otra el mes de mayo con frutos de buena calidad. Al parecer esta es una posibilidad que no ha sido valorada, teniendo en cuenta un manejo de la plantación y un patrón adecuados.

Natal: Es una selección brasileña. Todas las características del árbol y el fruto son similares a las Valencias; en Sao Paulo tiene un peso muy grande en el balance de cultivares (>20%) y se cosecha con multipropósito después de las Valencias. Si la citricultura cubana pudiera disponer de frutos de Natal durante los meses de mayo-junio, posibilitaría que se pudiera garantizar fruta fresca, aunque conservada en frío, en el periodo comprendido entre el 15 de junio y el 15 de agosto.

No se debe dejar de decir que estas Valencias tardías, así como la Lue Gim Gong y la Natal, con el empleo de patrones de buena calidad e incluso que retrasen la maduración, como la Cleopatra, y en alturas donde las temperaturas retrasen también la maduración; pudieran ser una muy buena alternativa para lograr

cosechar frutas frescas de naranjas de buena calidad en el verano y que permita al menos garantizar las frutas que se requieren para abastecer al turismo en ese periodo. Es un reto y vale la pena intentarlo.

HIBRIDOS

Estos frutos son muy importantes en una buena estructura de cultivares para cualquier citricultura. Son conocidos también como frutos de fácil pelado, por lo que la gran mayoría de ellos pueden ser comercializados como mandarinas, naranjas de mesa o para jugo debido a su alto contenido de jugo y con muy buen color. Algunos se utilizan para mejorar la calidad del jugo de las naranjas, sobre todo en los periodos tempranos y de media estación, cuando en ocasiones estas son muy productivas, pero su jugo no siempre posee buen color y sabor.

En Cuba, sin embargo, se han cultivado exitosamente algunos híbridos, que aun cuando no presentan buen color de fruto ni de jugo, sí han sido y son muy demandados por algunos productores. Su alto rendimiento agrícola, su estabilidad productiva, rusticidad y fácil comercialización son los atributos fundamentales de estos; tal es el caso de la Chironja y la Blanca de Mayajigua entre otros.

Maribel: Híbrido cubano obtenido en Jagüey Grande en 1983 entre mandarina 'Clementina' (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.) y naranja 'Shamouti' (*Citrus sinensis* (L.) Osb.). La forma de su fruto es similar a la de las mandarinas y además se pela muy fácil, aun cuando la coloración exterior no es muy intensa, su jugo sí y con buen sabor y solo logra el color intenso parejo muy avanzada la maduración. Una de sus características más importantes es que es la más temprana de este grupo, y muy productiva. Puede usarse como mandarina, naranja de mesa o para mejorar jugos de naranjas tempranas y de media estación.

Clemelina: Híbrido cubano obtenido en Jagüey Grande en 1983 entre mandarina 'Clementina' (*Citrus clementina* Hort. ex Tan) y naranja 'Hamlin' (*Citrus sinensis* (L.) Osb.). Tiene forma más parecida a las naranjas, logra color naranja intenso, al igual que su abundante jugo. Algo menos productivo que Maribel y se cosecha también 2-3 semanas después que Maribel. Se pela con las manos, pero no tan fácil como Maribel. Es un excelente mejorador del color de jugos de otras naranjas tempranas y de media estación. Tiene muchas semillas.

Valentina: Híbrido cubano obtenido en Jagüey Grande en 1983 entre mandarina 'Clementina' (*Citrus clementina* Hort. ex Tan) y naranja 'Valencia Temprana'

(*Citrus sinensis* (L.) Osb.) Tiene forma parecida a las naranjas, su color externo es bueno aunque no tan intenso como Clemelina y con menos semillas. Madura después que esta, por lo que se puede considerar de Media Estación. Su planta es menos productiva que Clemelina, y se usa fundamentalmente para mejorar jugos.

Orlando: Híbrido entre *Citrus reticulata* Blanco Cv. 'Dancy' y *Citrus paradisi* Macf. cv. 'Duncan' obtenido por Swingle en 1911. Árbol muy productivo, muy evaluado en las condiciones de Cuba sobre diferentes patrones. El fruto tiene forma de mandarina, corteza muy fina, de muy buena calidad, muchas semillas, sobre todo cuando se planta con polinizadores, lo que es bueno para obtener altos rendimientos. Su periodo de cosecha es corto y se puede considerar de temprano-media estación. Excelente su jugo y también como mejorador de otros jugos.

MANDARINAS (*Citrus reticulata* Blanco)

Este grupo de frutas ha sido sin lugar a dudas el más relegado dentro de los programas de desarrollo de los cítricos en Cuba a lo largo de más de 30 años, por cuanto nunca han ocupado espacios importantes en la composición de especies de ninguna empresa, aun cuando por momentos en algunas empresas se llegaron a tener áreas plantadas que pudieran representar hoy cifras importantes.

No obstante a lo anterior, este grupo está representado en el Banco de Germoplasma cubano con un grupo de cultivares, reconocidos en muchos países como de buena calidad; por lo que sería conveniente evaluarlos en las áreas citrícolas y poder disponer de elementos que permitan ampliar sus plantaciones, aun cuando no sea en las grandes áreas concentradas de algunas de las empresas.

Las mandarinas, tienen un papel importante en la mesa de los turistas que visitan todos los países de la región, lugares a donde hoy no llegan las excelentísimas mandarinas españolas o japonesas, considerados entre los mayores exportadores de esta fruta. La población cubana las consume con avidez.

No hace mucho tiempo, la industria de Contramaestre, en Santiago de Cuba, procesó y comercializó con buenos resultados, jugos de Mandarina Dancy.

En el contexto actual donde se pretende recuperar y mejorar la citricultura en el país, así como diversificar su base productiva, este grupo de frutas pudiera ser de los que se promueva su desarrollo en pequeñas áreas

en el sector privado, aunque no deja de ser interesante también para las grandes empresas.

Dancy: La más sembrada de las mandarinas en las plantaciones de Cuba, su periodo óptimo de cosecha es durante los meses de octubre y noviembre. Generalmente tiene madurez fisiológica sin tener coloración naranja en su corteza, solo moteada, pela muy fácil. Tiene pocas semillas. Es muy productiva y de buena calidad, sobre todo si se injerta sobre patrones apropiados.

Satsuma Tropical: Es una mandarina bastante rústica, con buen rendimiento y sabor. No colorea mucho su corteza aun cuando avanza la maduración. Tiene semillas. Lo más importante es que tiene una fecha de cosecha corrida respecto a la Dancy.

Jagüeyana: Híbrido obtenido en Jagüey Grande. Se cosecha a partir de enero y se comercializaría como mandarina. Ha sido poco estudiada fuera de Jagüey Grande, pero por su periodo de cosecha y sus características se considera conveniente evaluarla en otras localidades.

TORONJAS (*Citrus paradisi* Macf.)

Sin lugar a dudas, es la especie que mejor se comporta en las condiciones cubanas, posiblemente por ser de origen tropical. Presentan los más altos rendimientos agrícolas y rusticidad, aunque al parecer el HLB las afecta bastante. Cuba ha sido un buen exportador de toronjas y debe seguir siéndolo, aun cuando la competencia se ha incrementado. El jugo es de excelente calidad y también es reclamado en el exterior. En condiciones normales las toronjas son menos solicitadas por los consumidores cubanos que el resto de los frutos cítricos, aunque se tiene cierta preferencia por las de pulpa roja.

Blancas: En Cuba se han utilizado indistintamente tres clones de toronja Marsh sin semillas. Frost Marsh, Marsh JBC-430, y una selección nacional llamada Marsh Jibarito. No obstante hay algunas características que las diferencian.

La Marsh Jibarito se destaca por sus altos rendimientos agrícolas, mientras que la JBC, por poseer frutos algo mayores que las demás selecciones. El resto de las características de los frutos, son bastante parecidas.

Un espacio merece la Duncan, con fruto de muchas semillas, pero de buen tamaño, abundante jugo de exquisito sabor, muy rústica, magníficos rendimientos agrícolas y el mejor rendimiento industrial. Es la toronja

blanca de mejor calidad en jugo, y se ha abandonado por su alto número de semillas. Para un mercado enfocado a la comercialización de jugos, resulta sin dudas la mejor opción para obtener Jugo Selecto.

Pigmentadas: Dentro de las toronjas pigmentadas deben diferenciarse las de color rosado, y dentro de ellas a la Ruby Mejorada. Este clon es altamente productivo, la planta muy rústica, con frutos de buen tamaño y sabor, de color rosado aunque no muy intenso. Muy pocas semillas. Es posible su cosecha desde mediados de agosto, lo que ha posibilitado por varios años una ventana de exportación para esta fruta en el exigente mercado europeo.

La Henderson: es un clon reconocido en muchos países productores de toronjas pigmentadas, en algunas ocasiones se considera roja, aunque en Cuba su pulpa colorea rosado pero intenso, sin llegar a presentar la coloración de las toronjas rojas. Es menos productiva y rústica que la Ruby Mejorada. Algunos de los productores consideran que no supera a la Ruby Mejorada.

Dentro de las toronjas rojas, se destacan la Ray Ruby y la Río Red, por su intenso color de pulpa y buen sabor, la Ray adelanta a la Río en su período de cosecha, al menos en un mes. Ambas son magníficas para una buena estructura de clones para todos los destinos.

En Cuba y en otros países, la Star Ruby, con magnífico fruto y producción, se ha dejado a un lado por lo difícil que resulta su manejo en las plantaciones, y su alta sensibilidad a cualquier cosa que pueda afectarla.

FRUTOS ÁCIDOS (*Citrus limon* (L.) Burm; *Citrus latifolia* Tan.; *Citrus aurantifolia* Swing.)

Estos frutos no tuvieron un peso importante en las áreas cítricas cubanas por muchos años, aun cuando algunas empresas exportaban algunas cantidades de Lima Persa de manera segura, y en Jagüey Grande, el cultivo de grandes extensiones de los limoneros en la década de los 80's tiene una historia .

En los últimos años se ha venido insistiendo en el desabastecimiento del mercado interno de estos frutos, tanto para el turismo como en el consumo de la población y se han venido recuperando algunas áreas que han posibilitado aumentar las ofertas, pero aún concentradas en periodos cortos y en ciertos mercados, incluso favoreciendo su procesamiento industrial para obtener jugos en los momentos de picos de cosecha.

Una buena parte de estas frutas que se comercializan en el mercado interno hoy, son abastecidas por pe-

queños productores que han venido estableciendo plantaciones, sin el empleo de material de propagación certificado.

Lima Persa: El clon comercial que se tiene en Cuba desde hace muchos años es el SRA-58, que presenta frutos con muy buenas características. Es productivo y capaz de producir frutos para la exportación estando injertado con varios patrones diferentes. Esta especie tiene la característica de que se puede "manejar" su fenología y desplazar en algunos momentos sus periodos de cosecha. Se domina a la perfección toda la tecnología de manejo de la plantación, así como su tecnología de cosecha, y post cosecha.

Lima Mejicana o Limón Criollo: Para las empresas esta especie no tiene interés, salvo para la de Banes, donde se cultiva con el objetivo de extraer sus aceites esenciales. No obstante, muchos pequeños productores lo están plantando y abasteciendo el mercado interno durante varios meses. Aun cuando esta especie es altamente sensible a muchas "plagas", no es menos cierto que es muy rústica y es capaz de producir sobre todo cuando son árboles de semilla bajo cualquier condición de clima y suelo.

Limón Eureka: El cultivo de los limones en Cuba fue, es y seguirá siendo muy discutido. Hace años se consideraba que era un cultivo para no más de 10-12 años, y hoy eso se mantiene pero con condiciones sanitarias más difíciles. Esta especie requiere de una tecnología intensiva, donde es posible obtener altísimos rendimientos, desde etapas muy tempranas de la plantación. Su cosecha es difícil pero su cómoda post cosecha y altos rendimientos, lo convierten en una alternativa interesante para algunos productores. Su época de cosecha complementa los picos de producción de la lima Persa, posibilitando tener frutos ácidos en el mercado por más tiempo.

Limón Perrine: Otro limón verdadero, solo cultivado y evaluado en Jagüey Grande. Su periodo de cosecha es de julio a septiembre y también complementa a la lima Persa en el mercado. Compite con el Eureka, su fruto es más pequeño y con menos semillas que el Eureka y se considera una buena alternativa pues al parecer es más fácil de manejar en la plantación. Debe ser evaluado en el resto de las empresas.

Limón Fino: Este limón está plantado en colección, es algo más pequeño y de mejor forma que el Eureka, tiene menos semillas y es muy jugoso. Es muy productivo. Debe ser evaluado en condiciones de producción, ya que tiene un peso importante en la producción de frutos ácidos en la citricultura de algunos países.

NARANJA AGRIA (*Citrus aurantium* L.): es necesario colocar este fruto ácido dentro del esquema de especies y cultivares para su consumo en fresco o su jugo industrializado, además, su aceite esencial es muy demandado en todos los mercados.

BIBLIOGRAFÍA

Aranguren, M. y G. Sosa. 2011. Posibilidades de aprovechamiento de los frutos de híbridos de fácil pelado plantados en el Lote T-32 para su comercialización. Taller Nacional de Patrones y Variedades de Cítricos. Pinar del Río.

Frómeta, E., M. Torres, F. Rodríguez, D. García y C. Burrowes. 1979. Comportamiento de diez formas y cultivares cítricos propuestos, en los cinco primeros años de vida en la Estación Nacional de Mejoramiento Citrícola. *Boletín de Reseñas*, Centro de Información y Documentación Agropecuaria, 74 pp.

García, M. E., Sánchez, C.D. y A. Correa. 2008. Consideraciones para una nueva citricultura en el continente americano. *CitriFrut* 25 (1) 3-5.

Ministerio de la Agricultura, Cuba, 1996. Revisión del Programa Nacional de Cítricos. 1996. 129pp

Ministerio de la Agricultura, Cuba, 2007. Reporte a la FAO de la presencia en Cuba del HLB de los Cítricos. Doc. Oficial CNSV/MINAG.

Saunt, J. Variedades de Cítricos del Mundo. Guía ilustrada. 1991. Ed. Publicidad. Valencia, España. 128 pp.

Sosa, G., L. Bello, A. Sardiñas, K. Rodríguez, G. Rodríguez. 2007. Prueba de nuevos patrones tolerantes a la tristeza. Informe Final de Proyecto. Doc II FT. 36 pp

Sosa, G., M. Aranguren, A. Sardiñas, I. Martínez y J. Rodríguez. 2007. Nuevas variedades de naranjas y pomelos introducidos en Jagüey Grande. Fórum Provincial de BTJ. 7 pp

Pio, R. M., J.O. de Figueiredo, E. Sanches Stuchi y S. A. de Barros Cardoso. 2005. Variedades Copas; en Citros, Cap. 3. pp. 39-60.

EL CAIMITO*

María Eugenia García-Álvarez

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma. No. 3005 entre 30 y 32, Miramar, Playa. La Habana. Cuba.
E-mail: perfeccionamiento@iift.cu

* Recibido: 7 de abril de 2015. Aceptado: 2 de junio de 2015

El caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) es un árbol tropical de la familia Sapotaceae. Esta familia incluye cerca de 800 especies, algunas de las cuales son de valor por sus frutos como los presentes en los géneros *Manilkara*, *Pouteria*, *Calocarpus*, *Lucuma*. Esta especie es nativa de América tropical, se le encuentra especialmente en Cuba, Jamaica, México, las Antillas y Colombia (Calzada, 1980 y Roig, 1945). Su distribución alcanza hasta el territorio de Brasil como también a Hawai y Ceilán.

Tiene varios nombres: cainito, caimito, cayumito, star apple, golden leaf tree, abiaba, pomme de lait, estrella y aguay. También se le conoce por el nombre de *achras* caimito.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Dilleniidae*

Orden: *Ericales*

Familia: *Sapotaceae*

Subfamilia: *Chrysophylloideae*

Género: *Chrysophyllum*

Especie: *Chrysophyllum cainito* L.

Sinonimia

- *Cainito pomiferum* Tussac
- *Chrysophyllum bicolor* Poir.
- *Chrysophyllum bonplandii* Klotzsch ex Miq.
- *Chrysophyllum cainito* var. *jamaicense* Jacq.
- *Chrysophyllum cainito* var. *martinicense* Pierre ex Duss
- *Chrysophyllum cainito* var. *pomiferum* (Tussac) Pierre
- *Chrysophyllum cainito* var. *portoricense* A. DC.
- *Chrysophyllum monopyrenum* Sw.
- *Chrysophyllum sericeum* Salisb.
- *Cynodendron bicolor* (Poir.) Baehni



- *Chrysophyllum caeruleum* Jacq.
- *Chrysophyllum cainito* var. *caeruleum* Jacq.
- *Chrysophyllum cainito* var. *jamaicense* (Jacq.) Bois
- *Chrysophyllum jamaicense* Jacq.
- *Chrysophyllum maliforme* L.
- *Chrysophyllum monopyrenum* Spreng.
- *Chrysophyllum ottonis* Klotzsch ex Miq.
- *Chrysophyllum cainito* var. *typicum* Stehle

Es un árbol frondoso, que crece rápidamente y puede llegar a una altura de 40 metros y un diámetro del tronco de 0.70 metros. La copa es umbelada y con follaje lustroso. El tronco posee raíces tablares, pequeñas en la base. La corteza exterior es grisácea y fisurada, a veces exfoliante en láminas pequeñas. El desprendimiento de cualquier parte de la planta produce el flujo exudado lechoso.

De acuerdo con Calzada (1980), este frutal requiere altas temperaturas todo el año; así mismo un elevado porcentaje de humedad ambiental. No tolera bien períodos de inundación por lo que requiere suelos con

muy buen drenaje. Se adapta bien a climas poco calurosos y tropicales y a una gran diversidad de suelos: desde de los fértiles y profundos hasta los ligeros y arenosos, si estos están bien fertilizados. La fertilización debe tener una considerable porción de potasio para la obtención de una buena fructificación.

Las hojas son perennifolias, simples y alternas de color de oro o bronce en el envés y verde en el haz, alternantes, con forma oval, enteras y miden entre 5 a 15 centímetros de largo y de 3 a 5 cm de ancho, elípticas, con ápice acuminado, bordes enteros y base obtusa. Pecíolos de 0.8 a 2 cm de largo y acanalados en la parte superior. Por su color en el envés, esta hoja se dice es de ORO, muy atractiva al moverla el viento. Las flores de color crema o amarillentas se presentan en fascículos axilares.

El fruto es una baya globosa de 4-7 cm de largo, tiene dos cultivares o razas, según el color de la corteza: morada o verde. La parte comestible la constituye una pulpa blanca, dulce, jugosa y algo astringente. La corteza contiene mucho látex y no es comestible. Posee de seis a 10 semillas duras de un color marrón oscuro. Da frutos todos los años después que el árbol cumple los siete años. Es auto-fértil. El fruto del caimito es de un sabor exquisito y se consume habitualmente como fruta fresca, cotizándose bien además en el mercado de exportación, con características que lo hacen ser uno de los frutales tropicales con grandes posibilidades de explotación. Es uno de los frutales caseros más comunes, pero pese a su potencial, su cultivo se limita a huertos familiares. En particular, las características del fruto son los factores más importantes del árbol que el productor usa para seleccionar y fomentar el desarrollo de esta especie. En los Estados Unidos se comercializan cultivares de alto rendimiento como la "Haitian Star Apple".

No debe confundirse a esta especie con otra sapotácea que suele recibir nombres populares semejantes y que es conocida científicamente como *Pouteria caimito*.

Clima

El caimito es un árbol tropical o de zonas casi tropicales, que crece solo hasta 425 metros de altitud en Jamaica. También crece en los lugares más cálidos del sur de la Florida y en los cayos de la Florida. Los árboles maduros se dañan seriamente cuando se someten a temperaturas por debajo de 28 °F (-2.22 °C) y se recuperan lentamente. Los árboles jóvenes pueden morir por la exposición a cortos períodos incluso a 31 °F (-0.56 °C).

Cosecha

Los caimitos están por lo general en temporada a fines de invierno o a principio de primavera y comienzos de verano. No se caen cuando están maduros, sino que deben ser cosechados en su madurez fisiológica a mano cortándolos de la rama. Cuando están maduros, la corteza deja de ser brillante, toma una apariencia un poco arrugada y el fruto se vuelve ligeramente blando. Se debe tener cuidado para asegurarse de que estén plenamente maduros, de lo contrario, la fruta se pondrá gomosa, astringente y no será comestible.

Mantenimiento de la calidad

Los frutos maduros se conservan en buen estado durante tres semanas entre 37.4 y 42.8 °F (3 -6 °C) y el 90% de humedad relativa.

Usos como alimento

Los caimitos no deben ser mordidos enteros. La piel y la corteza (que constituyen aproximadamente el 33 % del total) son no comestibles. Cuando se abre un caimito, debe evitarse que el látex amargo de la corteza entre en contacto con la masa comestible. La fruta madura, preferentemente refrigerada, se divide a la mitad y se come la masa con una cuchara, dejando las semillas y las celdas del núcleo.

La fruta es semiácida. Contiene calorías, carbohidratos, grasas, proteínas, calcio, fibra, fósforo, hierro, vitaminas A, C, y B; es rica en carbohidratos.

En Jamaica, a menudo se come la masa con jugo de naranja agria, una combinación llamada "matrimonio", o se mezcla con jugo de naranja, un poco de azúcar, nuez moscada rallada y una cucharada de jerez y se come como un postre llamado "strawberries and-cream".

Toxicidad

Las semillas contienen un 1,2 % de los glicósidos amargos y cianogénicos, lucumina y pouterina; 6,6 % de un aceite, el 0,19 % saponina; 2,4 % de dextrosa y 3,75 % de cenizas. Las hojas poseen un alcaloide, también resina, ácido recínico, y una sustancia amarga.

Otros usos

- Madera: El árbol es talado para madera rara vez, a menos que exista una necesidad particular para ello. El duramen es rosado o rojo-marrón, violeta o violeta oscuro, de grano fino, compacta, pesada, dura, fuerte, pero no difícil de trabajar; duradera, pero no en exteriores en condiciones húmedas. Se ha utilizado para las construcciones pesadas y de muebles de lujo, gabinetes y balaustradas.

- **Látex:** El látex obtenido mediante incisiones en la corteza se coagula fácilmente y se ha utilizado como adulterante de la gutapercha.
- **Usos medicinales:** La fruta madura, por su carácter mucilaginoso, se come para calmar la inflamación en laringitis y neumonía. Se da como un tratamiento para la diabetes mellitus, y como una decocción para aliviar la angina de pecho.
- En Venezuela, los frutos estando ligeramente inmaduros se comen para superar trastornos intestinales. En exceso, causan estreñimiento. Una decocción de la corteza, o de las hojas, se toma como un expectorante. También de la corteza astringente, rica en tanino se hace una decocción que se bebe como tónico, estimulante, para detener la diarrea, la disentería y las hemorragias, y como tratamiento para la gonorrea y el "catarro de la vejiga". La semilla pulverizada se toma como un tónico, diurético y febrífugo.

- El látex del árbol se aplica sobre los abscesos y, cuando se seca y se pulveriza, se da como un potente vermífugo. También, se toma como un diurético, febrífugo y remedio para la disentería.

BIBLIOGRAFÍA

Caimito (fruta). Recuperado el 11 de febrero de 2015 de <http://www.ecured.cu>

Calzada, J.1980. Frutales nativos. Universidad Nacional Agraria "La Molina" Lima, Perú.

Chrysophyllum cainito Recuperado el 13 de febrero de 2015 de <http://www.wikipedia.com>

Hernández Sánchez et. al. 2009 Caracterización de frutos de *Chrysophyllum cainito* L. en el estado de Veracruz, México Revista UDO Agrícola 9 (1): 70-73.

Roig, J. 1945. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Ministerio de Agricultura de Cuba. Habana Cuba.



Tiene un sitio para ti



¡¡¡ anúnciate !!!

Coloca tu anuncio publicitario en nuestras páginas

Los anuncios estarán relacionados con nuestra actividad científica, tecnológica o de información especializada

Para más información dirigirse a:

Grupo de Información, Comunicación e Informática

Calle 7ma No. 3005 e/ 30 y 32, Playa, La Habana, CUBA

Teléfonos: 209 3401 y 202 5526-27

E-mail: desarrollo@iift.cu; biblioteca@iift.cu

Sitio web: www.fruticulturacubana.co.cu

CITRIFRUT JOURNAL PUBLISHING STANDARDS

CITRIFRUT Journal is a publication of a scientific and technological nature of the Tropical Fruit Culture Research Institute, with six-monthly frequency aimed to publish original and unpublished scientific articles, short communications, news articles, thesis and current subject abstracts related with knowledge, improvement, preservation, management, plant protection and industrial use of the fruits.

The scientific articles received will be submitted to a process of judgment by peer review through the method open to the arbiter, strictly anonymous for the author. The result of the academican judgment, that could be: approved without changes, approved with optional recommendations, conditioned to changes (resent) or rejected, will be informed to the authors; those articles that doesn't accomplish the publishing standards will be returned to the authors without being reviewed. The news articles will be submitted to a process of review by the Editorial Committee and should equally accomplish the instructions requirement for the authors.

Only will be received and published those works supported by the Institution where they were made that will be proved by means of a letter signed by the Scientific Council of the same.

INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS

The articles submitted to the Editorial Committee should accomplish the following requirements:

Two original printings will be submitted, and also a copy in digital format using Office for Windows. For the texts it will be used the Word text processor, Arial 10 font, as well as for the tables and graphics that will be sent in Excel.

For the scientific articles the document should not exceed the 10 pages of the main text, 3 pages for the short communications and up to 5 pages for the news articles. All the pages should be numbered.

The authors should deliver written evidence that their articles are original, that are not proposed for other publications, that they accept as not open to appeal the decision of the Editorial Committee and that they transfer their publishing rights.

The originals should have the following structure and order:

Title in Spanish and English: It should be short and concise, really showing the content of the text and translated to English.

Name(s) and Last Name(s) of the authors: It will also be included the institutional affiliation as well as the postal and electronic address (addresses) of the same.

The scientific articles will also have:

Abstract: It will not exceed the 150 words It should be translated to English (Abstract) and after each abstract it will be listed the Key words; **Introduction:** It should be as short as possible presenting the specific background, the purposes and the objectives of the work;

Materials and Methods; Results and Discussion; Conclusions; Recommendations; Acknowledgements, (optional) and Bibliography: It should appear at the end of the article with an updated level according to Price index (at least 50% of the quotes of the last five years) and will be presented by author alphabetic order.

The data of each quote will depend of the type of reference following the Chicago style:

Books: Author (s). Year. Title of the Book. Volume. City. Publisher. Pages of the Book.

Chapters of Books: Author (s) of the Chapter. Year. Title of the Chapter. In: Author(s) or Publisher (s) of the Book. Title of the Book. Volume. City. Publisher. Pages.

Periodical Publications: Author (s). Year. Title of the work. Name of the review or acknowledged abbreviation in italics according to the List of Title Word Abbreviations. Volume (number): pages.

Bulletins: Author. Year. Title and sub title. Name of the Institution that publishes it. Name and number of the series.

Digital Publications: Author (s) of the page. Date of the publication if available. Title of the page or location in italics. Recovered (date of access), from (address http or www)

Bibliography References

In the text the bibliography references will appear in the following way:

For an author: (García, 2010) or García (2010)

For two authors: (Velázquez and Batista, 2011) or Velázquez and Batista (2011)

For more than two authors: (Sosa *et al.*, 2013) or Sosa *et al.* (2013)

Figures and Tables

They will be included when there are strictly essential and don't repeat the information referred in the text; they should be presented with the maximum possible printing quality and at the end of the main text: the photos should have a minimum resolution of 300 dpi in JPG or TIF format, any kind of printed image will not be accepted or those worked with Power Point and should indicate the source from where they were taken.

THE EDITORIAL COMMITTEE RESERVES THE RIGHT TO REJECT THOSE ARTICLES THAT NOT ACCOMPLISH WITH THE PUBLISHING STANDARDS OF THE REVIEW.

IT'S RESPONSIBILITY OF THE AUTHOR ALL RELATED WITH THE PUBLICATION SUBMITTED

NORMAS EDITORIALES

La revista **CITRIFRUT**, es una publicación de carácter científico y tecnológico del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, con frecuencia semestral destinada a publicar artículos científicos originales e inéditos, comunicaciones cortas, artículos divulgativos, resúmenes de tesis y temas de actualidad, relacionados con el conocimiento, mejoramiento, conservación, manejo, uso, protección fitosanitaria y aprovechamiento industrial de los frutales.

Los artículos recepcionados serán sometidos a un proceso de dictaminación por pares académicos (peer review), mediante la modalidad abierto al árbitro, con estricto anonimato para los autores. El resultado del dictamen académico, que puede ser: aprobado sin cambios, aprobado con sugerencias opcionales, condicionado a modificaciones (reenvío) o rechazado, será informado a los autores; aquellos artículos que no cumplan las normas editoriales serán devueltos a los autores sin ser objeto de revisión. Los artículos divulgativos serán sometidos a un proceso de revisión por el Comité Editorial y deberán cumplir igualmente, los requisitos de instrucción a los autores.

Solo se recepcionarán y publicarán los trabajos que estén avalados por la institución donde hayan sido realizados, lo que se acreditará mediante una carta firmada por el Consejo Científico de la misma.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Los artículos presentados al Comité Editorial deben cumplir los siguientes requisitos:

Se presentarán dos originales impresos, además de una copia en formato electrónico en programas de Office para Windows. Para los textos se utilizará el procesador de textos Word, Fuente Arial puntaje 10, al igual que para las tablas y los gráficos los cuales serán remitidos en Excel.

Para los artículos científicos el documento no deberá sobrepasar las 10 páginas de texto principal, 3 páginas de texto principal para las comunicaciones cortas y hasta 5 páginas en los artículos divulgativos. Todas las páginas deberán estar enumeradas. Los autores deberán dejar constancia escrita de que sus artículos son originales, que no se encuentran postulados para otras publicaciones, que aceptan como inapelable la decisión del Comité Editorial y que ceden sus derechos a la publicación.

Los originales deberán tener la siguiente estructura y orden:

Título en español e inglés: Deberá ser corto y conciso, reflejando realmente el contenido del texto y traducido al inglés. En el caso de que el título refleje los nombres comunes deberán llevar el nombre científico y el o los autores, ejemplo: Influencia del encherado y tratamiento térmico en la calidad post-cosecha del mango (*Mangifera indica* L.).

Nombre(s) y apellido(s) de los autores: Se incluirá además la filiación institucional y dirección(es) postal y electrónica de los mismos. Cuando hay más de un autor en diferentes filiaciones debe señalarse cada una de ellas con un superíndice (1, 2, etc.) a continuación de los nombres de ellos y al inicio de las filiaciones.

Los artículos científicos contarán además de:

Resumen: No excederá las 150 palabras, deberá resumir de forma concisa el contenido del trabajo, objetivos de estudio, materiales y métodos, los principales resultados y conclusiones. Deberá ser traducido al inglés (**Abstract**) y a continuación de cada resumen se relacionarán las Palabras clave o Key words, que no serán más de 10; se recomiendan como Palabras clave aquellas que faciliten la clasificación, caracterización del trabajo, nombres comunes y científicos utilizados. En el caso de las comunicaciones cortas dada su extensión, no incluirán resumen.

Introducción: Deberá ser lo más breve posible, exponiendo los antecedentes concretos, fines y objetivos del trabajo.

Materiales y Métodos,

Resultados y Discusión,

Conclusiones,

Agradecimientos,

Bibliografía: Deberá aparecer al final del artículo con un nivel de actualización según el Índice Price (al menos el 50% de las citas de los últimos cinco años) y se presentarán en orden alfabético de autores. Se citará indicando el primer apellido del autor principal y a continuación las iniciales de los nombres; para los demás autores, primero la inicial y luego los apellidos; a continuación el año de publicación.

Los datos de cada cita estarán en dependencia del tipo de referencia:

Libros: Autor (es). Año. Título del Libro. Volumen. Ciudad. Editorial. Páginas del Libro.

Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 2000. Fundamentos de la Fisiología Vegetal. Madrid. Editorial McGraw-Hill. pp. 515.

Capítulos de Libros: Autor (es) del Capítulo. Año. Título del Capítulo. En: Autor(es) o Editor (es) del Libro. Título del Libro. Volumen. Ciudad. Editorial. Páginas.

Revilla, G. e I. Zarra. 2000. La fisiología vegetal y su impacto social. La célula vegetal. En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón. Fundamentos de la Fisiología Vegetal. Madrid. Edición McGraw-Hill y Edicions UB. pp. 1-16.

Publicaciones Periódicas: Autor (es). Año. Título del trabajo. Nombre de la revista o abreviatura reconocida en cursiva según List of Title Word Abbreviations Volumen (número): páginas.

Cabrera, R. I.; C. González; D. Hernández y J. L. Rodríguez. 2004. Presencia del hongo *Hirsutella citriformis* Speare sobre *Diaphorina citri* Kuw. (Homoptera:Psyllidae) en los cítricos de Cuba. *Levante Agrícola* 43(1):74-76.

Boletines: Autor. Año. Título y subtítulo. Nombre de la Institución que la publica. Nombre y número de la serie.

Sackville Halminton, N.R.; J.M.M. Engels; Th.J.L. van Hintum; B. Koo and M. Smale. 2002. IPGRI Technical Bulletins. International Plant Genetic Institute. Accession management. No. 5.

Publicaciones Electrónicas: Autor (es) de la página. Fecha de la publicación, si esta disponible. Título de la página o lugar en cursiva. Recuperado (fecha de acceso), de (dirección http o www)

Brave, R. 2001, diciembre 10. Governing the genome. Recuperado 12 de junio de 2002, de <http://online.sfsu.edu/%7Eronel/GEesays/GoverningGenome.html>

(Continúa en reverso de la contraportada)

Referencias bibliográficas

En el texto las citas bibliográficas aparecerán de la siguiente manera:

- Para un autor: (García, 2009) o García (2009)
- Para dos autores: (Velázquez y Batista, 2009) o Velázquez y Batista (2009)
- Para más de dos autores: (Sosa *et al.*, 2010) o Sosa *et al.* (2010)

Figuras y Tablas

Se incluirán cuando resulten estrictamente indispensables y cuando no reiteren información referida en el texto; deberán presentarse con la máxima calidad de impresión posible y al final del texto principal; las fotografías deben tener una resolución mínima de 300 dpi en formato JPG o TIF, no se aceptará ningún tipo de imagen impresa, ni trabajadas en Power Point y deben contener la fuente de donde fueron tomadas.

El Pie de Figuras deberá enumerarse consecutivamente y en la parte inferior de la misma; en singular (Fig. 1.); en plural (Figuras 1 y 2). El formato de los pie de figuras se hará de la siguiente manera: Abreviatura, punto, espacio, número, punto (negrita todo lo anterior), espacio, texto y punto final. Ejemplo:

Fig. 1. Zimograma de Peroxidasas.

Las Tablas deberán ir acompañadas de su encabezamiento y seriadas en números romanos. Se citarán dentro del texto de la siguiente forma:

(**Tabla I**) en singular; en plural (**Tablas I y II**) en negrita. El formato del encabezado de la tabla se hará de la siguiente manera:

Tabla I. Nombre de los cultivares de aguacatero y de sus grupos ecológicos.

Expresiones numéricas y matemáticas: Los nueve primeros números se escribirán con letras, excepto cuando vayan seguidos de una unidad de medida por ejemplo: 6 cm o hagan referencia a una mención específica. Las unidades de medida seguirán los criterios del Sistema Internacional de Unidades.

Nombres científicos: Los nombres científicos se escribirán completos, incluyendo el autor y siguiendo los códigos internacionales (ejemplo: *Persea americana* Mill.); si son utilizados nuevamente en el texto, podrán abreviarse (ejemplo: *P. americana*). Se escribirán en letra cursiva.

Separatas

La revista pondrá a disposición del autor principal 10 separatas impresas por artículo.

**EL COMITÉ EDITORIAL SE RESERVA EL DERECHO DE RECHAZAR AQUELLOS TRABAJOS QUE NO CUMPLAN CON LAS NORMAS EDITORIALES DE NUESTRA REVISTA.
ES RESPONSABILIDAD DEL AUTOR TODO LO REFERENTE A LA PUBLICACIÓN PRESENTADA**

Cupón de suscripción

REVISTA CITIFRUT

Nombre: _____

Dirección: _____

Apartado: _____ Código postal: _____

Ciudad: _____ País: _____

Dirija su cheque en moneda nacional (CUP) a:
Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical
Cuenta No. 0524220016910019

Dirija su cheque en divisa (CUC) a:
UOG Grupo Empresarial Frutícola

SUSCRIPCIÓN NACIONAL:

Un número: \$ 8,00 MN

Un volumen: \$ 16,00 MN

SUSCRIPCIÓN INTERNACIONAL:

Un número: \$ 10,00 USD

Un volumen: \$ 20,00 USD (América)

\$ 25,00 USD (Europa y otros)

Este precio incluye los gastos de envío o gestión bancaria

Se aceptan cheques en Moneda Libremente Convertible excepto en dólares norteamericanos pagaderos en Agencias Bancarias comprendidas en el Sistema Norteamericano de Pagos. Se convertirán las monedas de acuerdo con el cambio vigente en el Banco Nacional de Cuba

Para más información contactar a: MSc. Irma Suárez Larrinaga
E-mail: biblioteca@iift.cu

Centro de Información “Dr. Hiraldo Lima Gómez”

El Centro de Información del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical fue creado en 1967. Posteriormente, en el año 2002, se denominó Centro de Información Dr. Hiraldo Lima Gómez, en homenaje a un destacado investigador de nuestra institución. Atesora más de 5000 documentos entre libros, folletos, tesis de grado, obras de referencia, manuscritos y revistas especializadas en frutales, tanto de carácter nacional como internacional.



MISIÓN:

Satisfacer las necesidades informativas de los usuarios o clientes del sector frutícola, creando en ellos una cultura sobre el papel de la información y el conocimiento, como recurso para el desarrollo socioeconómico de la fruticultura tropical en el país.



Brinda servicios y productos informativos destinados a satisfacer las necesidades informativas de investigadores, especialistas, productores, técnicos y estudiantes.

SERVICIOS:

Préstamo interno, externo e interbibliotecario.
Búsqueda de información manual y automatizada.
Navegación en Internet.
Diseminación selectiva de información.
Exposición de novedades.
Venta de publicaciones.
Encuadernación y plasticado de documentos.



PRODUCTOS:

Revista CITRIFRUT
Carta Circular de Cítricos de las Américas
Boletín NOTICITRIFRUT
Boletín de Nuevas Adquisiciones
Plegables, Manuales técnicos y Folletos