

(S4-O50)

MANEJO, USO Y APROVECHAMIENTO DE FRUTALES NATIVOS DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

MARÍA SOLEDAD HERNÁNDEZ G.⁽¹⁾, JAIME ALBERTO BARRERA G.⁽¹⁾,
MARCELA CARRILLO B.⁽¹⁾, XIMENA BARDALES I.⁽¹⁾, ORLANDO MARTÍNEZ⁽²⁾,
JUAN PABLO FERNÁNDEZ-TRUJILLO⁽³⁾

⁽¹⁾Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI Calle 20 No. 5-44 Bogotá Colombia
shernandez@sinchi.org.co/cocona@colomsat.net.co/jbarrera@sinchi.org.co

⁽²⁾Universidad de los Andes. Instituto de Genética Bogotá Colombia

⁽³⁾Universidad Politécnica de Cartagena

Departamento de Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola
Campus Paseo Alfonso XIII 48 ETSIA 30203 Cartagena (Murcia) ESPAÑA jf68es@terra.es

Palabras clave: arazá - camu camu cuenca amazónica – biodiversidad – posrecolección

RESUMEN

Las frutas amazónicas fueron identificadas como una alternativa productiva desde mediados de la década de los 80's, en la cuenca Amazónica. Frutos tales como el arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), el Copoazú (*Theobroma grandiflorum* wild Spreng) Schum, el lulo amazónico o cocona (*Solanum sessilliflorum*), el maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K), el aguaje (*Mauritia flexuosa* L.F), el anon amazónico (*Rollinia mucosa*) (Jacq) (Baill), y el camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K) son parte de la oferta de la diversidad presente en la región Amazónica colombiana y han ganado un nicho de mercado en el último quinquenio, pues en el contexto mundial el mercado de productos exóticos (frescos y procesados) ha crecido continuamente. Ello significa que su consolidación en forma de cadena de valor puede traer beneficios económicos y sociales a la región. En este trabajo se presentan aspectos de interés postcosecha sobre los parámetros tecnológicos apropiados de producción, índices de recolección, condiciones críticas de almacenamiento, tratamientos posrecolección para prolongar la vida útil del producto con calidad y seguridad para el consumidor y respeto del medio ambiente suficientes, de algunos de estos frutos. Ello permitirá conservar el ecosistema y a la vez generar un valor añadido para los productores que revierta en la mejora de su calidad de vida.

NATIVE AMAZONIC FRUIT, HANDLING AND USE IN COLOMBIAN AMAZONIC REGION

Key words: Arazá, Camu-camu, Amazonic region, biodiversity, postharvest.

ABSTRACT

Amazonic fruits were identified an alternative for the regional development in the Amazonic area in the 80's decade. Secie such as Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), Copoazú (*Theobroma grandiflorum* wild Spreng) Schum, Lulo amazónico or cocona (*Solanum sessilliflorum*), Maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K), Aguaje (*Mauritia flexuosa* L.F), Anon amazónico (*Rollinia mucosa*) (Jacq) (Baill), and camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K) are part of the diverse Colombian Amazonic offer to the consumers in one market of

exotic fresh and processed tropical fruit in continuous expansion. At the present, many fresh and processed Amazonian fruit products are marketed, in their own Amazonian countries of production. The research on Amazonian tropical fruit will add values to the products and will strengthen the socioeconomic structure. Principal postharvest topics related to fruit value chain are harvest indexes, storage conditions and postharvest treatments to increase shelf-life and keep quality and safety of the produce with care to the environmental aspects. All of those advances can lead to an increase in the demand for these fruit, and also to more respect to the environment and, at the same time, give additional value to growers that finally can improve his present life's quality in the region with more biodiversity in the world.

INTRODUCCIÓN

La creciente toma de conciencia en el nivel regional sobre la problemática de degradación de los suelos y pérdida de la diversidad de los recursos biológicos ha generado como reacción la búsqueda de prototipos de sistemas de uso de la tierra que contribuyan a la rehabilitación de áreas degradadas, mantenimiento de una productividad sostenida, mitigación de la deforestación, aprovechamiento de los recursos biológicos y alivio de la pobreza.

En consecuencia, diversos sistemas productivos alternativos, tales como arreglos agroforestales y silvopastoriles, enriquecimiento de bosques y policultivo de frutales, los cuales integran el componente arbóreo, agrícola, herbáceo, animal y humano, empiezan a ocupar un lugar predominante en las alternativas productivas para la Amazonia colombiana. Es precisamente aquí donde la labor integral en investigación y desarrollo de frutales promisorios de la Amazonia Colombiana constituyen una alternativa promisoriosa dadas sus posibilidades productivas incorporados a métodos que permitan el establecimiento de sistemas integrales que brindan la oportunidad de desarrollar la conservación del ecosistema y facilitan la generación de recursos para los productores, que permitan mejorar su calidad de vida (Vélez, 1991).

El programa de investigación en Frutales amazónicos del instituto Sinchi busca establecer parámetros tecnológicos apropiados de producción bajo parámetros de producción orgánica que permitan el establecimiento de sistemas productivos limpios dejando de lado el uso de componentes químicos que generan procesos de degradación irreversibles a los ecosistemas (Hernández et al, 2006b).

Los frutales Amazónicos, hacen parte de la oferta de la diversidad presente en la región amazónica colombiana. Han ganado un interés notable, dado que en el contexto mundial, el mercado de productos exóticos frescos y procesados ha venido creciendo continuamente, lo que significa que su consolidación en forma de cadena de valor puede traer beneficios económicos y sociales a la región (Arcos et al 2004). Además han tenido un importante reconocimiento por técnicos y productores de la región, como una alternativa de producción para la región amazónica, basada en la alta adaptación de estas especies a los suelos, de muy baja fertilidad, en la mayoría de los casos. Los sistemas productivos que incluyen el establecimiento de arreglos agroforestales contribuyen a la conservación de la biodiversidad y al mantenimiento de dicho recurso y en ellos los frutales aparecen como un componente de rápido crecimiento y producción.

Las tecnologías de poscosecha tienen su inicio desde la antigüedad. En el mismo momento en que el hombre empezó a cultivar algunas especies de interés para su alimentación surgió la necesidad de conservar principalmente las semillas con las cuales se realizarían las siguientes siembras. Algunos materiales como la cerámica proveyeron soluciones a egipcios y romanos en estos requerimientos. Posteriormente la importancia de las bajas temperaturas y atmósferas modificadas surgieron como alternativas que en el siglo xviii se empezaron a perfeccionar dando inicio al desarrollo de la fisiología de poscosecha con el

concepto moderno (Kays, 1997) desde mediados del siglo xx, los tratamientos de poscosecha han adquirido importancia fundamental, debido a la necesidad de asegurar la calidad del producto desde la cosecha hasta el consumidor final.

El programa de investigación en Frutales amazónicos del instituto Sinchi ha tenido y tiene y por objeto: Contribuir con el desarrollo del sector alimenticio e industrial, mediante la colecta y la conservación de recursos de la diversidad a través del diseño de tecnologías apropiadas para el manejo y aprovechamiento de especies promisorias del bosque Amazónico. Se exponen aquí algunos de sus resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de influencia de los estudios

La región amazónica colombiana constituye el 33% del área del territorio colombiano y su diversidad geográfica es notable. El programa de investigación en frutales promisorios de la Amazonia, del Instituto SINCHI avanza en sus desarrollos en cinco de los seis departamentos geopolíticos de la Amazonia Colombiana: Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainia y Vaupés. Las condiciones agroclimatológicas regionales son de bosque húmedo tropical, con temperaturas promedio de 25oC, precipitaciones de mas de 2500mm anuales, que acortan de manera drástica la vida útil de producto recolectado

El fortalecimiento de la cadena productiva de estos frutales se ha basado en el desarrollo de conocimiento tecnológico apropiado para cada una de las especies estudiadas. Destacan el análisis del desarrollo vegetativo y reproductivo de las especies, así como la determinación de los índices de recolección de sus frutos. La introducción de los frutos en el mercado regional y nacional se ha realizado a partir de la caracterización del proceso de maduración y la aplicación de algunos métodos de conservación del fruto en estado de madurez fisiológica y comercial.

De las especies caracterizadas destacaron el araza (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), la cocona (*Solanum sessilliflorum* Dunal), Piña nativa (*A. comosus* Merrill), Carambolo (*A. carambola* L.), Canangucha (*M. flexuosa*), Chontaduro (*B. gassipaes* H.B.K), Maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K), Copoazú (*Theobroma grandiflorum* Wild ex Spreng (Schum)), Borojo (Borojoa patinoi Cuatr.), Pomarroso (*Sizigium malacensis* y Ají (*Capsicum* spp)

Crecimiento y desarrollo vegetativo

Los estudios de desarrollo vegetativo se han llevado a cabo en centros experimentales del instituto o en fincas de productores en la región. Las plantas de estudio han sido establecidas en los sistemas tradicionales regionales, que son de manera general sistemas de policultivos de frutales y se han determinado como punto de inicio y terminación los períodos de desarrollo reproductivo, es decir el inicio del período de floración. Estos estudios han estado encaminados a buscar la dinámica de crecimiento vegetativa de las especies de interés, en proceso de domesticación y las medidas directas y derivadas a las que se les hace el seguimiento son el área foliar (AF), el peso seco (PS) y las tasas de asimilación neta (TAN), de crecimiento relativo (TCR) y de crecimiento de cultivo (TCC). Así mismo otras medidas derivadas de interés están relacionadas con la duración del área foliar (DAF). A partir del análisis e interpretación conjunto de estas variables se pueden establecer los análisis de crecimiento formal para los cultivos de especies priorizadas.

Caracterización del desarrollo reproductivo y determinación de índices de recolección

En condiciones del trópico húmedo existió siempre la tendencia de esperar a la caída natural de los frutos antes de llegar a tener unos índices apropiados para su recolección. Las investigaciones han tratado de desarrollar de un conjunto de índices de recolección apropiado

para los frutos nativos, por lo que se evaluaron índices de desarrollo del fruto, y con estos datos se modelizó su crecimiento empíricamente con modelos de tipo polinomial, exponencial y más recientemente de tipo logístico. Los mismos permiten predecir el tiempo de desarrollo reproductivo de la especie y estimar el momento oportuno para su recolección (Bardales et al., en prensa; Hernández et al., 2006 a,b).

Caracterización del proceso de maduración y conservación de frutos mediante diferentes técnicas de poscosecha

Los frutos recolectados en estado de madurez fisiológica y/o comercial se conservaron a 20°C y 85 %H.R., para establecer los cambios fisiológicos de respiración ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) y emisión de etileno ($\mu\text{l} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), firmeza (newtons), acidez total ($\text{mmol h}^+ \cdot \text{l}^{-1}$), sólidos solubles totales (°brix), concentración de ácidos orgánicos y, azúcares ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$) y calidad medida en atributos como pérdida de peso, deshidratación, podredumbres y alteraciones fisiológicas (Hernández et al., 2006b). Del patrón respiratorio y de emisión de etileno durante la maduración se clasificaron los mismos como climatéricos o no climatéricos.

Se han utilizado también temperaturas de conservación refrigeradas óptimas y subóptimas (12-13°C y 7-10°C, respectivamente), y se han determinado en su caso los daños por frío y podredumbres asociadas típicas de frutos tropicales. Debido a este problema y al de marchitamiento y podredumbres se han ensayado métodos coadyuvantes de la refrigeración como las atmósferas modificadas, calentamientos intermitentes, retardantes de maduración como el 1 metilciclopropeno (1-MCP), o productos para mejorar la firmeza del fruto como el cloruro de calcio (CaCl_2) (Hernández et al., 2006b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies caracterizadas

Los diferentes temas estudiados por especies se resumen en la tabla 1. En la tabla 2 se presentan los resultados más destacados de estas determinaciones en términos de la composición nutricional de las especies priorizadas.

El crecimiento y desarrollo vegetativo se ha mostrado como un componente fundamental en el análisis de las dinámicas de los sistemas productivos. A partir de él se han conocido los períodos de mayor crecimiento de una especie, la tasa de crecimiento de ellas, los períodos del desarrollo, se pueden predecir floraciones y se puede estimar el efecto de las condiciones ambientales en la respuesta de una o varias especies involucradas en el sistema. Todos estos aspectos precosecha inciden notablemente sobre la calidad y respuesta a la postcosecha de los frutos, aunque no existen modelos que relacionen pre y postcosecha para estos frutos. Hasta el momento se han adelantando estudios de crecimiento y desarrollo vegetativo de cinco especies de importancia regional (arazá, copoazú, maraco, ají y cocona), haciendo uso entre otras de la determinación de modelos matemáticos para estimar el área foliar y peso seco sin recurrir a muestreos destructivos, para posteriormente aplicarlos al análisis de crecimiento vegetativo de la especie bajo el sistema de producción propuesto en la región, mediante las diferentes funciones de índices de crecimiento (IAF, RAF, DAF, TAN, TCC, TCR) (Hernández et al. 1995).

Para los frutales perennes se han determinado modelos con excelente ajuste debido al rango en que se encuentran ($R^2 > 0.99$), siendo significativos casi todos los términos del modelo (Hernández et al., 2006b) con estos resultados se puede estimar la producción económica de la comunidad y determinar parámetros ecofisiológicos de fotosíntesis, transpiración y balance de energía de campo, para establecer el manejo del cultivo y el momento para aplicarlo.

Determinación de índices de recolección

La ausencia de índices apropiados para la recolección de los frutos limita su comercialización como producto en fresco. Aunque inicialmente se consideró que la vocación de consumo para los frutos amazónicos era exclusivamente como producto transformado, en Colombia se consumen habitualmente en fresco. Ello implica la necesidad de aproximar el producto seguro y de calidad al consumidor, y la promoción de productos terminados a partir de dichos frutos. Con ello, el programa de frutales ha caracterizado la fase reproductiva de nueve especies nativas y de uso común en la Amazonía colombiana. Se ha transferido para el uso de la comunidad de productores y comercializadores un conjunto de índices de recolección para cada uno de ellos, que le han valido el posicionamiento en los mercados tanto regionales como nacionales, a frutos como el arazá, cuya única opción era ser transformado regionalmente de acuerdo con las apreciaciones de Pinedo et al. (1989). A partir de análisis físicos, químicos y fisiológicos realizados desde el momento del cuaje hasta la madurez comercial, se han establecido las curvas de crecimiento y desarrollo de frutos de alto potencial con el fin de generar información a partir de la cual se desarrollen modelos tecnológicos para facilitar su manejo postcosecha. (tabla 3) (Hernández et al., en prensa). Uno de los últimos en incorporarse a estas investigaciones ha sido el camu-camu, un fruto de pequeño tamaño muy rico también en vitamina C como el arazá y cuyo desarrollo sigmoidal e índices de cosecha hasta adquirir el característico tono rojizo de la piel también han sido caracterizados (Bardales et al., en prensa).

Conservación de frutos

La conservación de frutos implica la aplicación de tratamientos a los frutos cosechados, sanos y en estado de madurez adecuado para prolongar su vida útil. El uso de bajas temperaturas es sin duda el tratamiento de más amplio uso para las especies vegetales (Kays, 1997). Sin embargo, tratamientos tales como choques térmicos, calentamientos intermitentes o atmósferas modificadas pueden utilizarse para coadyuvar a la mayor conservación de estos frutos que son perecederos y la mayoría sensibles al frío, especialmente el arazá. No todos los frutos del bosque húmedo tropical amazónico presentan patrones respiratorios coincidentes. Algunos son climatéricos y otros no climatéricos, lo cual obliga a establecer su manejo desde la cosecha, de manera particular para cada caso (tabla 4). Resulta también de la mayor importancia el llegar a establecer si en el proceso de domesticación de estas especies hay modificaciones a estos comportamientos fisiológicos.

Se ha desarrollado una combinación de embalaje-fruto entero para arazá, de forma que el fruto pueden mantenerse refrigerados y envasados en atmósfera modificada tanto en una como varias piezas (Hernández et al., 2001 y 2006b). Se han establecido índices de recolección apropiados para el fruto y se han establecido los criterios para su selección y clasificación. Igualmente se ha desarrollado un tratamiento en que interrumpiendo la conservación al 6º día de refrigeración a 10°C y trasladando el fruto durante 18 h a 20°C tras 6 días en refrigeración (calentamiento intermitente), es posible evitar la escaldadura por frío y mejorar el sabor del producto. Este ciclo sólo requiere una tecnología sencilla para control de humedad relativa que evite la deshidratación del fruto (Hernández et al., 2000; Hernández y Fernández-Trujillo 2002).

Como modelo de desarrollo de la línea de fisiología de poscosecha, en arazá se han hecho avances muy significativos en la aplicación de tratamientos poscosecha y en el escalamiento de su aplicación, es así como el uso del 1 metilciclopropeno 1-MCP combinado con la refrigeración. Este ha sido el tratamiento de mayor interés para la línea de desarrollo. La molécula de 1-MCP permite retrasar la maduración de los frutos disminuyendo los niveles de etileno emitidos por la fruta, siempre que su aplicación se produzca en estado preclimatérico. La primera etapa de la puesta en marcha del tratamiento permitió establecer

unas condiciones de aplicación en la escala del laboratorio y evaluar variables de respuesta tales como respiración, color, pérdida de peso, contenido de sólidos solubles totales, firmeza, deshidratación, ablandamiento y presencia de hongos, entre otras en los frutos a diferentes temperaturas y en tiempos diferentes de exposición al producto. Basados en los resultados promisorios de aumento de la vida útil obtenidos (10 días a 12°C y 95% HR y 1 hora de exposición al 1-MCP) se ha llevado la aplicación de este tratamiento al escalado comercial y es así como durante el último año el tratamiento fue incluido en un ensayo de simulación de comercialización en la sede de florencia-caquetá, una de las zonas de mayor producción de la fruta. Las condiciones de simulación de comercialización fueron 27±3°C, HR 80±5% y 13±2°C y HR 80±5%, consiguiéndose mantener la calidad del fruto durante el almacenamiento en las dos condiciones (Carrillo et al., en prensa)

La mejor respuesta al retardante 1-MCP fue la disminución de pérdida de firmeza y retraso y disminución de la podredumbre por antracnosis, que es el mayor agente de pérdida de calidad del producto junto con la deshidratación.

En general, lo más innovador e importante para los productores de arazá ha sido el tener la doble opción de la comercialización en fresco o la tradicional de su transformado. El otro desarrollo innovador ha sido prolongar hasta el doble de lo actual (3 días) la vida útil del arazá en condiciones ambientales de la región. Con la tecnología propuesta de refrigeración 1-MCP y atmósferas modificadas se han alcanzado ya más de 15 días de conservación en buenas condiciones (Hernández et al. 2000; Hernández y Fernández-Trujillo 2002).

El desarrollo de estas tecnologías utilizando como modelo el arazá por su potencial productivo (cuatro cosechas anuales) ha permitido aplicar tratamientos similares para frutos de cocona, carambolo, piña nativa y borojó. En la actualidad se tienen establecidos los patrones de respiratorio típicos de cada una de estas especies y su sensibilidad al frío (tabla 4).

AGRADECIMIENTOS

A Colciencias (proyectos 242/2001, 582/2003) y al Ministerio de Agricultura-CIAT-Fondo Hortofrutícola de Colombia (proyecto 101-2) por el soporte financiero.

BIBLIOGRAFÍA

- Arcos, A.L.; Becerra, M.T.; Benitez, A.M.; Díaz, J.A. 2004. Diagnostico y caracterización de la cadena de valor de frutales amazónicos. Informe Final. Instituto Alexander Von Humboldt. Ed. Instituto von Humboldt 71p.
- Bardales, X.I.; Carrillo M.P.; Hernández M.S.; Barrera J. A.; Fernández-Trujillo, J.P. 2007. Camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*) a new option for productive systems in Colombian Amazonian region. Acta Horti.(en prensa).
- Carrillo, M. P.; Hernández, M. S.; Barrera, J. A.; Martínez, O.; Fernández-Trujillo, J.P. 2007. Benefits of treating arazá fruit with 1-MCP on a commercial scale in the Colombian Amazonic Region. Acta Horti.(en prensa).
- Hernández, M.S.; Casas, A.; Martínez, O.; Galvis, J.A. 1995. Análisis y estimación de parámetros e índices de crecimiento del árbol de maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.) a primera floración. Agronomía Colombiana 12(2):182-191
- Hernández, M.S.; Fernández-Trujillo, J.P.; Martínez, O.; Barrera, J.; Watkins, C.B. 2001. Modified atmosphere packaging of arazá fruit. En: Artés, F.; Conesa, M.A.; Gil, M.I. (eds.). Refrigeration Science & Technology Proceedings "Improving Postharvest Technologies of fruits, vegetables and ornamentals". IIFR Congress, Murcia, vol. II, p. 666-673.

- Hernández, M.S.; Fernández-Trujillo, J.P. 2002 Conservación del fruto de Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) durante la postcosecha mediante la aplicación de diferentes tecnologías. Propuesta presentada para el IV premio somos patrimonio. BIOCAB 11p (inedito)
- Hernández, M.S.; Barrera, J.; Páez, D.; Oviedo, E.; Romero, R. 2004. Aspectos biológicos y conservación de frutas promisorias de la Amazonia Colombiana. Editorial Produmedios 142p
- Hernández, M.S.; Martínez, O.; Fernández-Trujillo, J.P. 2006a. Behavior of arazá fruit quality traits during growth, development and ripening. *Scientia Horticulturae* 111: 220-227.
- Hernández, M.S.; Barrera, J.; Martínez, O.; Fernández-Trujillo, J.P. 2006b. Maduración y métodos de conservación de arazá. En: Hernández, M.S.; Barrera, J.; Carrillo, M.; Fernández-Trujillo, J.P. (eds.). Arazá, Origen, fisiología y conservación. Ed. Panamericana. Bogotá, Colombia. Cap. 3: 67.-104.
- Kays, S. 1997. Science and practice of postharvest plant physiology, p. 1-22. En: Postharvest physiology of perishable plant products. Exon Press. Athens GA.
- Oviedo, E. 2000. Caracterización y valoración nutricional de frutas promisorias en la Amazonia colombiana En: Barrera, J.; Oviedo, E.; Páez, D; Hernández, M.S. (eds.). Memorias seminario Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia Occidental Colombiana. Mimeografiado s/p.
- Pinedo, M.; Tangoa, J.; Delgado, F. 1989. Descriptor para araza Informe Técnico No.12 Instituto Nacional para la investigación agrícola y agroindustrial. Perú, p 1-18.
- Vélez, G.A. 1991. Los frutales amazónicos cultivados por las comunidades indígenas de la región del medio Caquetá (Amazonia colombiana). *Colombia Amazónica* 5(2): 163-193.