
MANUAL DE MANEJO DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE FRUTOS DE ARAZÁ (*EUGENIA STIPITATA* MC. VAUGHT) EN LA AMAZONIA COLOMBIANA

MARÍA SOLEDAD HERNÁNDEZ GÓMEZ
JAIME ALBERTO BARRERA GARCÍA
JUAN PABLO FERNÁNDEZ-TRUJILLO
MARCELA PIEDAD CARRILLO BAUTISTA
XIMENA LETICIA BARDALES INFANTE



Hernández, María Soledad; Barrera, Jaime Alberto; Fernández-Trujillo, Juan Pablo Carrillo, Marcela Piedad; Bardales, Ximena Leticia

Arazá. María Soledad Hernández; Jaime Alberto Barrera; Juan Pablo Fernández-Trujillo; Marcela Piedad Carrillo; Ximena Leticia Bardales. Manual de manejo de cosecha y postcosecha de frutos de Arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaught) en la amazonia colombiana. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi, 2007

I. ARAZÁ (*Eugenia stipitata* McVaugh) – PRESERVACIÓN 2. ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS – FRUTAS TROPICALES 3. AMAZONIA

ISBN: 958-8317-11-3

© Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Primera edición: Febrero de 2007

Producción editorial

Diseño y diagramación: Taller de Edición - Luis Rocca

Transversal 6ª N°. 27-10, oficina 206

Teléfonos/Fax.: 243 2862 - 243 8591

taller@tallerdeedicion.com • taller_de_edicion@yahoo.com

www.tallerdeedicion.com

Fotomecánica, impresión y encuadernación: Editorial Nomos

Reservados todos los Derechos

Disponible en: Instituto Sinchi, calle 20 No. 5-44 Tel.: 4442077, www.sinchi.org.co

Impreso en Colombia • Printed in Colombia

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi-

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS

Directora General

ROSARIO PIÑERES VERGARA

Subdirectora Administrativa y Financiera

MARIA SOLEDAD HERNANDEZ

Coordinadora del Proyecto

Equipo Técnico

Maria Soledad Hernández
Jaime Alberto Barrera
Marcela Piedad Carrillo
Juan Pablo Fernández-Trujillo
Orlando Martínez Wilches
Guillermo Vargas Ávila
Lina María Bermeo
Lina Marcela Gallego
María Lucía González
Adriana Carolina Peña
Aurelio Cuellar
Yesid Beltrán Barreiro
Diego Ferney Caicedo
Daniel Páez Bohórquez
Luis Alejandro Obregón
Gerhald Fischer



ÍNDICE DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	7
INTRODUCCIÓN	9
GENERALIDADES	11
ARAZÁ (<i>EUGENIA STIPITATA</i> MC. VAUGH)	11
FACTORES DE PRECOSECHA QUE AFECTAN LA CALIDAD EN POSTCOSECHA DEL FRUTO DE ARAZÁ (<i>EUGENIA STIPITATA</i> MC. VAUGH)	19
1. FACTORES BIÓTICOS	19
2. FACTORES ABIÓTICOS	22
3. PRINCIPALES DESÓRDENES FISIOLÓGICOS DE LA POSTCOSECHA ASOCIADOS CON FACTORES PRECOSECHA	29
ÍNDICES DE RECOLECCIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ	31
CALIBRES EN EL FRUTO DE ARAZÁ	33
MADURACIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ	35
RESPIRACIÓN	35
CAMBIOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MADURACIÓN	36
CONSERVACIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ	39
ALTERACIONES DE LA CALIDAD DEL ARAZÁ EN POSTCOSECHA	39
CONSERVACIÓN DE FRUTOS DE ARAZÁ A DIFERENTES TEMPERATURAS	41
OTROS MÉTODOS EMPLEADOS	43
CONSERVACIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ EN POSTCOSECHA CON 1-METILCICLOPROPENO	45
ETILENO	45
1-METILCICLOPROPENO (1-MCP)	46
MECANISMO DE ACCIÓN DEL 1-MCP	46
PRESENTACIÓN COMERCIAL DEL 1-MCP	47
APLICACIÓN DEL 1-MCP EN FRUTOS DE ARAZÁ	48
EFECTOS FAVORABLES DEL 1-MCP SOBRE LOS FRUTOS DE ARAZÁ	51
EMPAQUES EMPLEADOS PARA ARAZÁ EN FRESCO	57
REFERENCIAS	61



PRESENTACIÓN

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, en su Plan estratégico: Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible, incluye el Objetivo de Desarrollar alternativas sostenibles que conlleven a generar procesos de Innovación y Transferencia de Tecnología para mejorar la condiciones de vida y reconvertir los procesos de intervención inadecuados en la región Amazónica Colombiana .

Para el logro de este objetivo ha consolidado acciones en la región a través del Programa de aprovechamiento y transformación de frutales amazónicos ,el cual desarrolla investigación aplicada para el desarrollo de tecnologías con diferentes especies frutales de interés tanto regional como nacional y que constituyen un enorme potencial.

Uno de los frutales con mas amplia tradición en los sistemas productivos amazónicos, es el ARAZÁ , sus características sensoriales, y productivas lo han situado como una de las especies priorizadas mas relevante en las cadenas de frutales amazónicos. Las mismas características que lo han promovido a la primera especie amazónica, más ampliamente conocida en nuestro territorio y por ende la de mayor interés para nuestras comunidades regional y nacional.

El Manual de Manejo y Conservación de Arazá, que hoy presentamos a la sociedad en general, constituye una herramienta formal para las comunidades productoras amazónicas que se encuentran ya insertas en la producción de esta especie. Estos documentos contienen los resultados de experiencias de trabajo en nuestras condiciones reales amazónicas y desmitifican el postulado de que el “Arazá solo puede ser comercializado como producto transformado”.

Es para mi, como directora del Instituto SINCHI, un momento muy emotivo, la presentación de este Manual que complementa de manera práctica otra publicación reciente de este grupo de investigación y cuyo título es Arazá: Origen, Fisilogía y Conservación. Espero que la comunidad Amazónica encuentre en estos resultados parte de las respuestas a sus demandas sobre el manejo y aprovechamiento del Arazá, en espe-

cial la comunidad organizada de Asoheca-Asociación de heveicultores y reforestadores del Caquetá-, quienes cuentan hoy con una importante producción de esta especie, además de otras muchas comunidades organizadas regionales.

Creo que la promisoriedad de las especies frutales amazónicas esta hoy confirmada y me siento profundamente orgullosa que el Instituto SINCHI sea un pilar fundamental de este proceso. Exhorto a la comunidad productora regional a continuar en su hermosa labor de construcción para una Amazonia Colombiana próspera , pujante y sostenible, en la cual nos encontramos todos tan comprometidos.

LUZ MARINA MANTILLA CARDENAS
Directora General

INTRODUCCIÓN

Los frutales amazónicos poseen además de unas características particulares, un ascendiente primordial sobre la región y sus pobladores de forma que han sido incluidos en todos los planes de gobierno de la pasada y actual administración, destacándose claramente su potencialidad y usos. El Arazá hace parte de los sistemas de producción en varios departamentos amazónicos y particularmente en los Departamentos de Caquetá, Guaviare, Putumayo y Amazonas en donde se ha convertido en un componente importante de los sistemas agroforestales de la región que de acuerdo a censos desarrollados superan las 600 has. establecidas.

La consolidación de la cadena productiva del Arazá se encuentra en proceso. Uno de los principales cuellos de botella que obstaculizan la consolidación de esta cadena en Amazonia, es la ausencia de registros para las pérdidas que se presentan tras la recolección, las cuales se ven incrementadas por la falta de adopción de tecnologías desarrolladas y por la validación de métodos para cosecha, selección clasificación y tratamiento post-cosecha. No se dispone de una norma técnica colombiana para la calidad del Arazá, con lo cual no se han establecido estándares, ni márgenes de aceptación, dificultando la negociación entre productores y compradores. Adicionalmente, no se adoptado un sistema de empaque apropiado que facilite el abastecimiento de compradores distantes y que por sus características mantengan la calidad de frutos tan perecederos como el Arazá.

En este contexto, el presente manual busca el fortalecimiento de las capacidades de la comunidad organizada productora, que pueda hacer sostenible sus procesos productivos a fin de encontrar puntos de equilibrio para sus sistemas y la proyección de su negocio. A través de la divulgación explícita de las técnicas y procedimientos generados por la investigación científica del instituto SINCHI en asocio con entes académicos como la universidad nacional de Colombia y la Universidad de la Amazonia, se espera generar las bases para una adecuada recolección, manejo de la cosecha y postcosecha del Arazá en las zonas productoras de la Amazonia colombiana, como una alternativa social, económica, y ambiental para los pobladores rurales de la región.



GENERALIDADES

ARAZÁ (*EUGENIA STIPITATA* MC. VAUGH)

Historia y origen



Figura 1. Distribución geográfica del Arazá.

El Arazá es un frutal nativo de la Amazonía peruana, existe en estado silvestre en muchas partes del departamento de Loreto, observándose plantas hasta de 10 metros de altura, en la cuenca del río marañón. Algunas especies se han encontrado en la cuenca del río Ucayali en áreas próximas a la provincia de Requena, también se han observado en caseríos aledaños a los ríos calmapanas, huazaga, pucacaro, tigre, arabela y tapiche (poblado de soledad), siendo El lugar más importante por encontrarse plantas silvestres en gran número. En la zona de Iquitos, es observado como frutal doméstico establecido en huertos familiares, existiendo parcelas semicomerciales. Inicialmente se creía que esta especie era originaria del Brasil, pero en Manaus en donde es denominada como Araca-boi o guayaba peruana, sólo existe algunos ejemplares, los cuales han sido introducidos del Perú.

Desde su región de origen en la Amazonía occidental peruana, los tucanos orientales semidomesticaron la fruta, y en la actualidad presenta una amplia distribución geográfica, encontrándose en Colombia ampliamente distribuida en Caquetá, Guaviare y Amazonas (Leticia). Del Guaviare se ha llevado la subespecie sororia a Caldas, Meta (Villavicencio, Macarena y Mapiripan), Cundinamarca (Fusagasuga, Villeta y Yacopi), Antioquía (Puerto triunfo y Andes) (Quevedo, 1995).

Variedades

Fue descrita por Mc. Vaugh en 1.956, a partir de colecciones del Perú, Brasil, Bolivia y Colombia. Se reportan dos subespecies:

- *stipitata* es un arbusto de tamaño medio, con mayor número de estambres, hojas y flores más grandes con frutos de mayor tamaño.
- *sororia* es un arbusto con flores de menor número de estambres, hojas y flores más pequeñas, con frutos de menor tamaño.

Entre las dos subespecies, la *sororia* es la más extendida en el ámbito agrícola, por sus ventajas naturales de resistencia a enfermedades y a altas saturaciones de aluminio del suelo y a su alta productividad de frutos. Las diferencias fundamentales radican en la variabilidad de la densidad del follaje, tamaño y aroma de los frutos y número de estambres (Ariza, 2000).



Figura 2. Árbol de *E. stipitata* Subsp. *sororia*.

Tabla 1. Características organolépticas de la pulpa

Características: organolépticas de la pulpa	Arazá cultivado	Arazá silvestre
Olor	Aromático y exótico	Poco aromático
Sabor	Ácido agradable	Ácido poco agradable
Color	Amarillento	Amarillento blanquecino
Consistencia	Pastosa blando y poco fibrosa	Poco blando y fibroso

Clasificación Botánica del Arazá

Reino	Vegetal (Plantae)
Subreino	Embryophyta
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermopsida
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Myrtaceae
Familia	Myrtaceae
Género	Eugenia
Especie	<i>Eugenia stipitata</i> Mc. Vaugh
Subespecie	<i>Eugenia stipitata</i> subsp. <i>Sororia</i> <i>Eugenia stipitata</i> subsp. <i>Stipitata</i>

Planta

EL Arazá es de porte arbústico, precoz, inicia la producción entre los 14 a 18 meses de edad y se va incrementando hasta los cinco años.

Fruto



Figura 3. Frutos de Arazá.

Es una baya de forma esférica de 8 a 12 cm de diámetro, con superficie amarillo dorada en la madurez, cubierto de fina pubescencia, su pulpa es amarilla y ácida, con 5 a 15 semillas oblongas achatadas; en su estado

semimaduro presenta un color verdoso opaco. El peso promedio de los frutos es de 200 g y en algunos casos se reportan de 500 g correspondiendo a la pulpa el 71% de peso del fruto la maduración se da entre los 70 y 80 días después del inicio de la floración.



Figura 4. Frutos de Arazá en cosecha.

El 25% de las flores de plantas de 5 años producen frutos que llegan a madurar comercialmente, la relación existente entre el número de frutos maduros y las flores que se forman es altamente significativo a un nivel del 1%, lo que indica, que por cada cuatro flores abiertas, un fruto cuaja, lo cual es importante para obtener una buena cosecha. Por lo tanto es importante destacar que existe una relación estrecha entre la edad de la planta y la periodicidad de la floración.



Figura 5. Acopio de frutos de Arazá, (Fuente: Camacho, 2005).

El peso promedio de la cáscara del fruto es de 12.3 g, de la pulpa 110 g. y de las semillas de 37.2 g. En promedio hay 13 semillas por fruto. Se ob-

serva que la variedad de formas de los frutos de Arazá, es amplia, en donde se evidencia gran diversidad en el rango de tamaño, encontrándose que la característica más heterogénea es la cantidad de semillas por fruto.

Se observa que el peso de la pulpa, característica importante a nivel agroindustrial, oscila entre 75 y 125 g del peso del fruto, con ello se muestra que es una fruta con buena aceptación para el procesamiento. Los frutos se producen durante todo el año, con cosecha de importancia cada dos meses (Pinedo *et ál.*, 1981).

Factores climáticos

El clima de la región amazónica donde se cultiva el Arazá, fue clasificado como húmedo y con temperaturas promedio de 25 °C, mínima de 18 °C y máxima de 33 °C. La precipitación pluvial máxima en el año, es de 472 mm en el mes de julio, y la mínima es de 42 mm en el mes de enero. La humedad relativa es de 84%.

Estudios realizados por Aguiar (1983), indican que el principal factor meteorológico que influye en la producción de Arazá es la precipitación pluvial. La incidencia de la humedad relativa y de la temperatura, son factores secundarios sobre la floración y la fructificación, si estos factores son constantes y se presenta una precipitación pluvial entre 200 y 300 mm/mes se pueden obtener buenos resultados.

Cuando en el suelo la cantidad de agua llega a alta saturación casi al 100% tanto la floración como la fructificación aumentan, por lo que en los meses de abril, octubre y noviembre se presenta una alta cosecha.

Suelos

El Arazá es un árbol que se adapta fácilmente a suelos de tipo ácido, poco fértiles con deficiencias de fósforo y magnesio; con pH menor a 5.0 (González, 1991), además soporta inundaciones periódicas y cortas menores a 15 días.

Cosecha

El color del fruto es un indicativo de su estado para la recolección aproximadamente a la novena semana de edad y cuando presenta una coloración verde mate, se puede cosechar, una vez el fruto es retirado del árbol continúa el proceso de maduración hasta cuando está apto para su consumo, alcanzando una coloración amarillo intenso (Hernández y

Galvis, 1993). Otro índice fisiológico confiable para el momento de la cosecha del fruto se encuentra en su completo desarrollo, lo cual sucede, aproximadamente a las nueve semanas de edad y llega al peso y tamaño recomendables para su recolección.



Figura 6. Frutos de Arazá en estado de madurez de cosecha.

Valor Nutricional

La importancia del Arazá es indudable, tiene un alto contenido de carbohidratos; es decir, es bajo en grasas. Es rica en Vitamina A, Proteína y Potasio. Es bajo en Fósforo.

Su contenido de Vitamina C es “razonable”, comparado con otras frutas. La pulpa contiene un 90% de humedad y un pH 2,5. El fruto del Arazá (*Eugenia Stipitata*) es muy ácido (pH=2,5).

Usos



Figura 7. Productos agroindustriales de Arazá.

Como el Arazá es un fruto muy ácido su consumo directo como fruta fresca es limitado, motivo por el cual se utiliza sobre la base de productos elaborados o semi-elaborados, denominados frutas para jugo, como es el caso del maracuya, lulo, tomate de árbol etc. Su alto porcentaje de pulpa (70%), suavidad, jugosidad, aroma agradable y persistente y su contenido nutricional, hacen este fruto apropiado para el desarrollo de agroindustrias regionales. En la actualidad se han desarrollado los siguientes productos: néctar, mermeladas, confites, helados, jaleas, cocktail, vino, torta, cremas y compotas.

Características promisorias

- Adaptación a suelos ácidos y de muy baja fertilidad, como son los de la región Amazónica, de donde es originario.
- Precocidad y alta capacidad productiva. Comienza producción a los 18 meses después de sembrado y se reportan producciones hasta de 30/ton/ha/año (Alfaia et ál., 1987).
- Porte arbustivo. A los 10 años de edad puede tener 3 - 3,5 m. de altura, lo que facilita la cosecha.
- En su etapa no productiva se comporta bien en asocio con especies de corto periodo vegetativo, disminuyendo costos de instalación y mantenimiento.
- Olor y sabor agradable.

Tabla 2. Características agroecológicas ideales para el cultivo Arazá

Descripción	Característica
Zona de vida	Bosque húmedo tropical
Precipitación anual	2.900 mm
Precipitación máxima mensual	472 mm (julio)
Precipitación mínima mensual	42 mm (enero)
Humedad relativa	84%
Temperatura promedio anual	25,3°C (min.=18°C,máx.33°C).
Brillo solar	1.650 horas

Importancia socioeconómica



Figura 8. Cultivo de Arazá en asocio agroforestal.

En Colombia las mayores áreas de siembra de Arazá se encuentran en los departamentos Amazónicos de Caquetá, Putumayo y Guaviare principalmente, haciendo parte de los modelos agroforestales desarrollados en la región. En la Amazonia occidental de Colombia de acuerdo con Corpoica en el año 2004 se tenían censadas 499 hectáreas de Arazá en los departamentos del Caquetá y Putumayo. Ya en el año 2005 Gutiérrez *et ál.*, reportan la existencia de 495 has de Arazá tan solo en el departamento del Caquetá. Este estudio menciona el registro en este departamento de 912 productores de Arazá de 355 veredas y con censo aproximado de 247.282 plantas de Arazá distribuidas principalmente en los municipios de Albania, Florencia, Valparaíso y Solita.

FACTORES DE PRECOSECHA QUE AFECTAN LA CALIDAD EN POSTCOSECHA DEL FRUTO DE ARAZÁ (*EUGENIA STIPITATA* MC. VAUGH)

Múltiples son los factores que intervienen en la calidad del fruto y su capacidad de conservación en la postcosecha hasta el momento del consumo. Estos factores pueden clasificarse como bióticos, abióticos y sus interacciones. La literatura menciona que toda buena conservación de los frutos se prepara en el campo, por lo que debe conocerse los factores que intervienen en el crecimiento, desarrollo y por ende en la calidad de los productos vegetales (Herrero y Guardia, 1992). El Arazá, aunque no muy estudiados, presenta algunas manifestaciones de daños y desordenes asociados a factores previos a la cosecha que se mencionan en este capítulo de manera individual junto a los factores mas comunes a los daños identificados en frutas tropicales

1. FACTORES BIÓTICOS

Hace referencia a factores de tipo biológico que afectan la calidad postcosecha del fruto de Arazá y se pueden clasificar en:

1.1. Intrínsecos

Son aquellos factores internos o inherentes a la especie y en su orden de importancia para el caso del Arazá son:

El potencial genético

La selección del cultivar es vital para alcanzar o tener la apariencia deseada, bajo las condiciones ambientales con que se cuente (Kays, 1999). También tiene que ver con el sitio de origen, así por ejemplo el Arazá denominado ecotipo peruano presentan un mayor resistencia y aroma que el Arazá denominado ecotipo brasilero, aunque este ultimo muestra los frutos de mayor tamaño. Un fruto con una alta cantidad de semillas presenta mayor tamaño, mayor contenido de materia seca, menor extensión

e intensidad de rugosidad en la cáscara, acompañados de formas regulares. Durante el periodo de conservación frutos con alta cantidad de semillas tendrán menor deshidratación que frutos con bajo contenido de semillas.

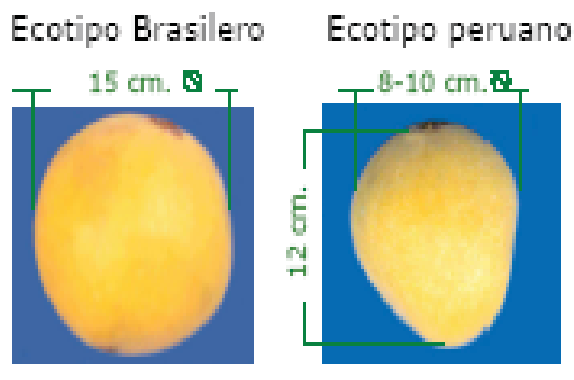


Figura 9. Ecotipos de Arazá, (Fuente: Camacho, 2005).

Edad del árbol



Figura 10. Estratos del árbol.

Frutos provenientes de árboles jóvenes son más aptos para la conservación, al igual que los provenientes de árboles viejos son más susceptibles a pudriciones. De la posición de los frutos dentro del árbol también dependerá su calidad y conservación en la postcosecha, frutos provenientes de la parte baja del árbol tendrán contenidos más bajos de azúcares, que los provenientes de la parte media o superior (Herrero y Guardia, 1992). Este fenómeno se explica en término de la relación fuente deman-

da, que básicamente consiste en la relación que hay entre la fuente de asimilados (las hojas principalmente) y los vertederos o los receptores de esos nutrientes (los frutos), de tal forma que las hojas de la parte media del árbol, tendrán una mayor capacidad de fotosíntesis, y por ende serán una mayor fuente de azúcares para los frutos ubicados cercanos a ellas, que aquellos frutos ubicados en la parte inferior del árbol.

1.2. Extrínsecos

Plagas



Figura 11. Daños por insectos. (Fuente: OTCA, 1996).

El daño ocasionado por diferentes especies de insectos al alimentarse ocasionan alteraciones indeseables en la apariencia de los vegetales. Dentro de los insectos plaga ocasionando daños (vetas o huecos) a nivel de las hojas están los lepidóteros *Trichoplusia ni*, *Manduca* spp, el coleóptero *Phyllotreta* spp., entre otros. A nivel de frutos los thrips (*Frankliniella occidentales* Pergrande) causan cicatrices sobre la superficie los frutos. Otros insectos no solamente producen daños externamente, sino además al interior del producto como es el caso de la presencia de algunos estados larvales (gusanos) dentro de los frutos como es el caso de las moscas de las frutas (*Anastrepha* spp y *Ceratitis capitata*) en guayabas y mangos y últimamente en Arazá, entre otros frutales. Las larvas de la mosca en Arazá nacen y se desarrollan en el interior de la fruta, alimentándose de la pulpa. También avispas del genero *Trigona* causan daños a la cáscara que demeritan la calidad. Otros insectos pueden ocasionar alteraciones sobre la polinización dando origen a frutos deformes (Kays, 1999), diversos tamaños y una maduración heterogénea, contrario a las características de un fruto bien polinizado. Tal es el caso de ataques del pasador (*Cerconota annonella*) de las anonáceas (Guanábanas, chirimoyas y anones).

1.2 Enfermedades

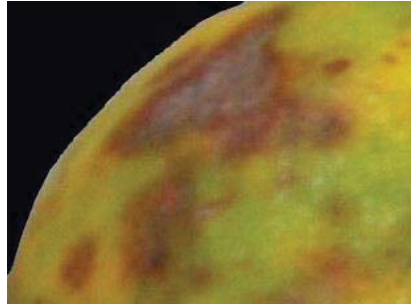


Figura 12. Síntomas de Antracnosis en Arazá.

Algunos patógenos pueden penetrar en la planta antes o durante la cosecha, y permanecer en estado latente (durmiente), para solo expresarse durante la postcosecha del producto, conduciendo inevitablemente a alteración de la apariencia de la zona afectada (Kays, 1999, Duarte, 1992). Aunque se pueden citar múltiples ejemplos aquí solo se hará mención a la antracnosis (*Glomerella singulata*, *Colletotrichum gloesporoides*) en frutos de Arazá que causa pérdidas importantes durante la postcosecha del fruto. Los síntomas se caracterizan por manchas amarillentas en las flores, luego en las frutas, estas manchas van ennegreciendo hasta que la fruta cae al suelo o queda momificada en la rama. Generalmente las infecciones ocurren en campo y se manifiestan después de cosechado el fruto cuando las condiciones ambientales son favorables (Humedad relativa alta, agua libre presente en los frutos y temperaturas entre 28 y 32°C). Otra enfermedad común en Arazá son las Roñas o costras del fruto (*P. Vesicular gen. Pastalotia*) en flores infectadas producen frutos deformes, si ataca al fruto, detiene su desarrollo, lo endurece y toma un aspecto corchoso, en ocasiones se cubre de costras de color pardo.

2. FACTORES ABIÓTICOS

Hace referencia a aquellos factores no relacionados con seres vivos o biológicos y entre ellos los más importantes son:

2.1 El clima

El clima es principal factor que determina la adaptación de un cultivo a un lugar o región determinado. De esta manera los fenómenos asociados

al clima ejercerán una importante influencia en la calidad del producto final del Arazá cosechado y entre ellos se destaca:

Luz

La calidad, intensidad y duración de la luz influyen la calidad de los vegetales. Aunque en Arazá no está plenamente probado hay reportes que indican que esta especie presenta un aparente mejor desarrollo de las plantas a menor intensidad de sombra y mayor producción de frutos (Kanten y Beer, 2005). Similarmente cítricos y tomates con algo de sombreado por parte de su propio follaje, obtienen mayor peso, mayor contenido de azúcares y mejor color, que aquellos frutos que estén a una exposición directa a la radiación solar (Duarte, 1992). El exceso de energía solar inicialmente resulta en degradación del color en el área expuesta (escaldado por luz), pero si la duración de la exposición o la intensidad de la exposición es muy alta, se presenta la degradación total del fruto. Caso contrario a esto, un merma de luz generalmente está asociado con una baja coloración en los frutos (Kays, 1999), como ocurre con la naranja Caqueteña.

Temperatura

En general, temperaturas altas favorecen las cosechas tempranas (precocidad), lo cual en Arazá está íntimamente ligado a efectos de variedad. Por ejemplo el Arazá peruano producido en el Caquetá con una temperatura media de 27°C tarda 62 días para alcanzar su desarrollo completo, mientras que en Guaviare el Arazá brasilero bajo una temperatura media de 25°C se tarda 82 días para alcanzar su desarrollo. Temperaturas altas 3-4 semanas después de la floración favorecen el tamaño de los frutos ya que inciden directamente en el crecimiento de los frutos. Cuando las temperaturas altas diurnas se combinan con temperaturas nocturnas bajas, se logra una buena acumulación de azúcares y ácidos en favor de la calidad y sabor del fruto y cuando estas se presentan cercanas a la cosecha, favorecen la generación de compuestos relacionados con el color final del fruto (Duarte, 1985 y Herrero y guardia, 1992).

Si se asocia alta temperatura con alta humedad, se predispone la fruta al ataque de patógenos y el quemado por escaldado. Si la diferencia entre temperatura diurna y nocturna es muy alta, puede ir en detrimento de la calidad de los productos, al igual que temperaturas muy bajas (heladas) pueden causar daños por frío en la precosecha (Kays, 1999). La temperatura diurna también influye el peso de los frutos, en forma diferente.

También los cambios de temperatura diurna nocturna, favorecen el cambio de color verde.

Lluvias

Los años lluviosos están en contra de una larga conservación, predisponiendo los frutos a enfermedades microbiales. Los frutos que carecen de agua durante las últimas semanas antes de la cosecha, no desarrollan plenamente su calidad y son sensibles al hoyo amargo o Bitter pit. Tiempos muy calientes y secos precedidos por lluvias 3 a 4 semanas antes de la cosecha, predisponen a la ruptura de la cáscara a nivel de algunas aperturas naturales que existen en el fruto, siendo esta una vía ideal para el ingreso de enfermedades (Herrero y Guardia, 1992).

La lluvia es un factor indispensable para una buena fructificación, principalmente en los periodos de floración y cuajamiento del fruto. Sin embargo en Arazá y otras frutas las lluvias fuertes características de la región amazónica durante la floración resulta en una merma de la producción por la caída prematura de las flores producto del efecto de golpe que las gotas de lluvia sobre el árbol. De ahí la importancia de mantener un esquema de establecimiento del cultivo bajo modelos agroforestales cuya cobertura de árboles reduzca el impacto que la lluvia ejerce sobre la floración del Arazá.

Humedad relativa

Altas humedades relativas se han asociado con un buen color, corteza más delgada, mejor concentración de sólidos solubles, pero también mayor predisposición a las enfermedades.

Viento

Vientos muy fuertes (>5 metros por segundo) disminuyen la transpiración del fruto (intercambio de gases de respiración y humedad característicos del proceso biológico de los frutos), caída de flores y frutos, interviene con la polinización al secar el estigma u órgano femenino de la flor, entonces el polen sigue derecho, golpea los frutos demeritando la calidad de la polinización y por ende la producción final.

2.2 El suelo

Los cultivos que crecen en suelos arenosos (livianos) han mostrado mayor precocidad que cuando lo hacen en suelos pesados (gredosos) (Duar-te, 1985); por ejemplo, las frutas al desarrollarse sobre un suelo arenoso recogen la cosecha algunos días antes que cuando se siembra en suelo arcilloso (Herrero y Guardia, 1992), pero se presenta una mayor predisposición a ataques por hongos en suelos arenosos aunque también pueden darse características favorables al desarrollo de las raíces, con un buen suministro de agua y aire en estos suelos.

2.3 Prácticas de cultivo

Culturales

Poda

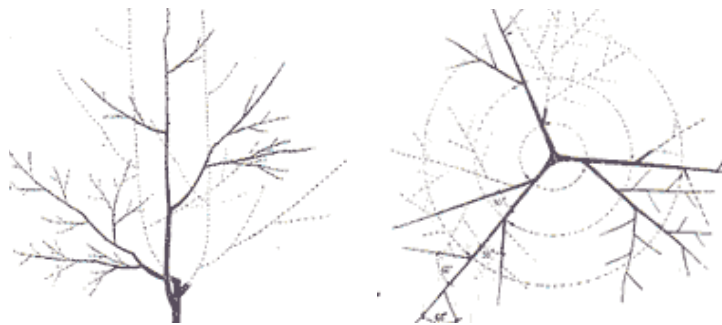


Figura 13. Podas en Arazá.

Práctica realizada con diferentes fines (formación del árbol, sanidad y mejorar la calidad de la producción), principalmente para lograr un balance entre hojas, ramas y producción, obteniendo frutos de tamaño regular (ni muy grandes ni muy pequeños) con óptima calidad para la conservación, teniendo un número adecuado de hojas para llenar el fruto. Cada especie frutal tiene un número de hojas óptimo para obtener el buen llenado y las mejores características. Una poda muy drástica ocasionará la reversión de los efectos deseados, generando un mayor crecimiento de hojas y ramas (vegetativo) que reproductivo (frutos). En el Arazá las podas de descope o limitación de la altura del árbol hacia los 2.5 o 3 m es una practica aconsejable para favorecer la cosecha además de la entresaca de ramas torcidas, enfermas u orientadas hacia el centro del árbol que limitan la entrada de luz y dificultan la obtención de frutos de tamaño regular. La poda de formación puede ser subdividida o practicada en tres momentos distintos. La primera

se realiza cuando los árboles aún están en el vivero, eliminándose las ramas inferiores de las plantas. La segunda etapa de poda de formación sería durante el desarrollo de las plantas en el campo, donde también se eliminarían las ramas inferiores, repetidas veces, hasta que ya no fuese necesario. La eliminación de estas ramas tiene por finalidad evitar que los frutos se desarrollen sobre el suelo, lo que perjudica su calidad. La tercera poda de formación sería después que la planta sobrepase los 3 m de altura, a fin de reducir el tamaño de la copa para facilitar la cosecha manual de los frutos.

Densidad de siembra

Altas densidades de siembras van a ocasionar altas producciones con sacrificio de la calidad, tamaño, sólidos solubles), por competencia de nutrientes y de luz solar. (Herrero y Guardia, 1992).

Época de cosecha o estado de madurez



Figura 14. Estado óptimo de cosecha de Arazá.

El estado de madurez juega un papel central en el desarrollo del sabor y las características organolépticas del fruto. La producción de compuestos que otorgan dichas características cambian notoriamente conforme avanza la maduración. La cosecha conlleva a una pérdida de agua en el fruto por transpiración, que depende básicamente de la temperatura del fruto, de la humedad relativa del ambiente y de las barreras naturales o artificiales que disponga el fruto para impedir esta pérdida (Guarinoni, 2000). La cosecha temprana permite ventajas para la comercialización como el mantenimiento de la textura durante el almacenamiento, la manipulación y el transporte; sin embargo, conlleva a una pérdida de color, tienen una escasa evolución del sabor y el aroma (Herrero y Guardia, 1992).

Sistema de cosecha



Figura 15. Etapas de cosecha de Arazá. (Fuente: Camacho, 2005).

En el Arazá el mejor método de cosecha es manual con ayuda de tijeras podadoras para no rasgar o dañar las ramas al desprender el fruto del árbol. Igualmente se debe disponer de un sistema adecuado de acopio de los frutos durante la cosecha para evitar daños y facilitar su transporte al lugar de selección y empaclado final.

Químicas

Cualquier compuesto químico que altere la composición o producción de compuestos del metabolismo de la planta, incidirá directamente sobre la calidad final del fruto. Herrero y Guardia (1992) hacen un amplio reporte de productos químicos empleados en las diferentes prácticas agronómicas durante el desarrollo de un cultivo y su relación con la maduración, el color, la firmeza u otra característica de la cosecha; sin embargo en general, no se menciona el porqué o el mecanismo de acción de dichos productos (principalmente en lo referente a pesticidas) para que incidan sobre la calidad de los frutos o vegetales.

Nutrición mineral

La nutrición mineral durante el desarrollo del fruto es otro factor que participa en su calidad, composición y conservación en la postcosecha. Usualmente un adecuado balance nutricional hace que las plantas permanezcan sanas, y por ende, sus cosechas. El déficit o exceso de alguno de los nutrientes esenciales predispone a la planta a enfermarse, pero esto puede ser corregido, si se suministra o reduce el mineral en cuestión (Velasco, 1999). El diagnóstico de las enfermedades a causa de una deficiencia mineral se complica porque algunos elementos pueden producir diferen-

tes síntomas en diferentes plantas y ambientes, o pueden confundirse con otros elementos o con un agente patológico, ya que estos tienen la capacidad de bloquear haces vasculares, ocasionando síntomas similares.

Nitrógeno

Excesos de Nitrógeno cercanos a las cosechas se han asociado con una reducción de la vida postcosecha de algunos productos probablemente por un incremento en la respiración (Duarte, 1992; Herrero y Guardia, 1992), un pobre desarrollo del color (Kays, 1999) y mayor tamaño del fruto con predisposición al desarrollo de enfermedades (Herrero y Guardia, 1992).

Calcio

Al ser el calcio un constituyente principal de la pared celular y otorgar firmeza y rigidez a la célula contribuye en la calidad postcosecha y la resistencia a enfermedades. Muchos son los desórdenes fisiológicos que tienen que ver con un déficit de Ca durante el crecimiento y desarrollo de los frutos que repercuten en la calidad de estos, en la fase de la postcosecha.

Potasio

El potasio influye en el incremento del color y del sabor, aumenta la acidez, mejora la calidad organoléptica, reduce la posibilidad de enfermedades y alarga la conservación. En altos niveles, el potasio ejerce un efecto antagónico con el Calcio, disminuyendo los contenidos de azúcares totales, altera el envejecimiento y predispone a todas las fisiopatías asociadas con la deficiencia de Calcio (Herrero y Guardia, 1992). Participa además en el transporte de azúcares al fruto.

Fósforo

Es la más frecuente en suelos amazónicos, la deficiencia de fósforo, puede reflejarse en textura harinosa, sensibilidad a bajas temperaturas, asociado con una baja disponibilidad de Calcio, mayor sensibilidad al ennegrecimiento y menor periodo de conservación (Herrero y Guardia, 1992).

Otros elementos

La mayoría de micronutrientes están asociadas con alteraciones en el tamaño y la forma de frutos y vegetales (Kays, 1999).

Plaguicidas

Aplicaciones de algunos plaguicidas ya sean de síntesis o biológicos han afectado el sabor y la composición de algunos frutales aunque no su textura o color (Mattheis y Fellman, 1999). Generalmente una mala selección de herbicidas, dosis o época de aplicación, puede resultar en frutos deformados (Kays, 1999).

3. PRINCIPALES DESÓRDENES FISIOLÓGICOS DE LA POSTCOSECHA ASOCIADOS CON FACTORES PRECOSECHA

Escaldado

Se manifiesta como parches café, generalmente después que las frutas salen de cámaras de frío a temperaturas cálidas. La incidencia y la severidad del escaldado de almacenamiento son favorecidos por el tiempo caliente y seco antes de la cosecha, estados de poca madurez en la cosecha, altas concentraciones de Nitrógeno y Fósforo y bajas de Calcio en la fruta sumado a una inadecuada ventilación en los cuartos de almacenamiento (Ferguson *et ál.*, 1999)



ÍNDICES DE RECOLECCIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ

El momento oportuno de recolección de un fruto es determinante en el éxito de su manipulación, transporte y comercialización, la recolección de frutos inmaduros dará como resultado frutos de escasa calidad, con poco o ningún aroma, color pálido e irregular.

A su vez frutos recolectados en estados muy avanzados de madurez darán como resultado un lapso muy breve para la aplicación de algún método de conservación.

Los índices de recolección comprenden un conjunto de parámetros que facilitan al agricultor la determinación del momento oportuno para realizar la cosecha. Los índices de recolección son de diversa índole, y en muchas ocasiones un solo índice o indicador no es concluyente. Por ello se pueden seleccionar un conjunto de 2 o 3 que sean complementarios.

Las categorías de los índices de recolección son:

- **Físicos.** Hacen referencia a características físicas de los productos como el color, la textura o la forma, peso, densidad.

En el caso del fruto de Arazá tanto la textura, como el color se convierten en unos índices muy recomendables y apropiados. La firmeza en el momento de la recolección tiene que estar alrededor de 40N, la cual puede ser medida con un medidor de textura (Figura 16).



Figura 16. Penetrómetro para medir firmeza de frutas.

El color del fruto de Arazá cambia de verde a amarillo, el inicio del cambio de coloración es el momento recomendado para la recolección. En este momento el fruto ofrece por lo menos un período de 10 a 15 días para la comercialización del producto, dependiendo de las condiciones de almacenamiento y manipulación. El color es medido con un colorímetro (Figura 17).



Figura 17. Colorímetro espectrofotómetro MiniScan XE Plus.

- **Químicos.** Los índices químicos de recolección corresponden a los cambios que tienen los componentes como, sólidos solubles totales (SST), azúcares, ácidos orgánicos, compuestos volátiles entre otros o variaciones en pH.

Los sólidos solubles totales por ejemplo pueden ser medidos directamente en el campo con un refractómetro (Figura 18) y la unidad en la que se reportan son °Brix. Los grados Brix se encuentran asociados a los contenidos de sacarosa principalmente, aunque no son una medida directa de ella. En el caso de Arazá, los sólidos solubles son un apropiado indicador de la maduración, aunque el fruto no tiene unos altos contenidos de azúcares, se ha encontrado que su contenido aumenta.

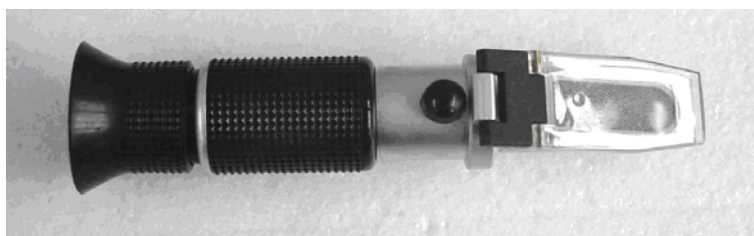


Figura 18. Refractómetro.

De manera semejante, el pH del fruto puede ser medido directamente en el campo; en algunos frutos el pH aumenta durante la maduración, aunque no en todos los frutos se evidencia este aumento. En el caso del fruto de Arazá, las variaciones de pH son mínimas en 0.1 ó 0.2 de unidad.

Otros de estos indicadores de recolección se miden a nivel del laboratorio y en algunos casos resultan muy precisos pero requieren de equipos e infraestructura más compleja, como la cromatografía líquida de alta eficiencia, con la cual es posible determinar no sólo el contenido de azúcares y ácidos, sino cuales constituyen los predominantes en los frutos.

- **Fisiológicos.** Hacen referencia a los parámetros relacionados con la actividad fisiológica del producto, tales como la respiración o la emisión del etileno. Su medición no se hace directamente en el campo, sin embargo los resultados encontrados muestran que la maduración sensorial del fruto de Arazá se encuentra asociada a la emisión de etileno.

CALIBRES EN EL FRUTO DE ARAZÁ

En las especies en proceso de domesticación es muy común encontrar una gran variabilidad en el calibre de los frutos, sin embargo, Chavez 1996 (comunicación personal) encontró que las mayores frecuencias en el peso del fruto de Arazá se encuentran entre 100 y 130g, mientras que los diámetros mas frecuentes se sitúan alrededor de los 5.9-6.5 cm de diámetro ecuatorial y entre 4.9-5.6 cm para el diámetro transversal, lo que le confiere una forma un poco globosa.

De acuerdo con esta distribución se pueden clasificar en la cosecha 3 calibres del fruto uno pequeño menor al 20%, uno mediano de 54% y algunos grandes con diámetro transversal mayor a 8 cm en un 28%.



MADURACIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ

La maduración es la transición entre el crecimiento, el desarrollo y la senescencia e involucra cambios de apariencia, sabor y textura que se encuentran regulados genéticamente (Giovannoni, 2004). Los cambios de color se asocian principalmente al cambio de color verde a amarillo o rojo, debido a la degradación de la clorofila responsable del color verde y la aparición de otros colores (Clifford, 2000; Hortensteiner, 2006; Taylor & Ramsay, 2005).

Los cambios de sabor están asociados al aumento de azúcares, producto de la hidrólisis de almidón y/o síntesis de sacarosa, síntesis de compuestos volátiles, disminución de taninos y oxidación de ácidos que son consumidos como reservas del fruto en el proceso de respiración durante la maduración como es el caso de la guayaba (Mercado-Silva *et ál.*, 1998).

El ablandamiento en frutos es una consecuencia de la degradación de la estructura de pared celular y en especial a alteraciones en el turgor y el metabolismo de la pared celular. La hidrólisis de la protopectina en fracciones más pequeñas e hidrosolubles que son los (ácidos pécticos) contribuye al ablandamiento durante el proceso de maduración y es generalmente común a todas las especies. El ablandamiento se convierte en una limitante de comercialización (Wills *et ál.*, 1998).

RESPIRACIÓN

Los frutos de acuerdo con su respiración pueden ser clasificados como climatéricos o no climatéricos maduran o no después de recolectadas. Los frutos climatéricos presentan un pico en la tasa respiratoria que precede a su envejecimiento (Figura 4). Este pico puede coincidir con la madurez de consumo, o puede precederla o ser posterior a ella en pocos días. La magnitud e intensidad del pico puede variar de un fruto a otro (Biale y Young, 1981; Seymour *et ál.*, 1993).

La actividad respiratoria del fruto de Arazá es alta, con valores promedios de $600 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ y un máximo climatérico de $300 \text{ mgCO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, el cual se alcanza después de los 55 días de cuajado el fruto (Figura 19). En frutos de Arazá estado pintón a 20°C y humedad relativa del 90%, el climaterio se alcanza entre el tercer y quinto día (Hernández *et ál.*, en prensa). Dicho comportamiento sugiere una corta vida postcosecha, que coincide con las observaciones en campo (Pinedo *et ál.*, 1981).

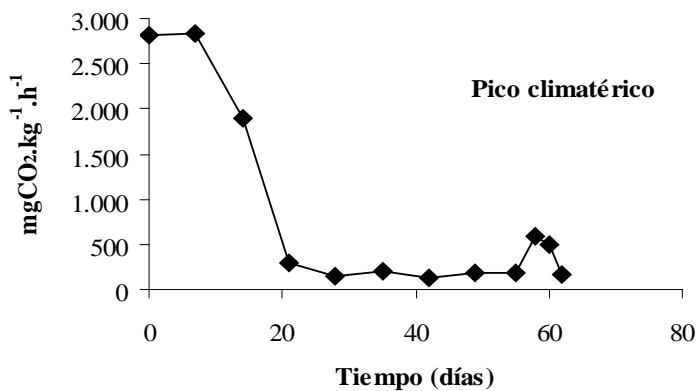


Figura 19. Respiración de frutos de Arazá a 20°C.

El máximo climatérico del fruto coincide con una máxima producción de etileno de $10 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, que resulta similar al de la guayaba, pero que difiere totalmente de lo reportado para frutos del mismo género *Eugenia*, claramente no climatéricos (Akamine y Goo, 1979).

CAMBIOS FISICOQUÍMICOS DE LA MADURACIÓN

Cambio en el color

El color del fruto de Arazá varía de verde oscuro a verde brillante (Figura 20). En su madurez de consumo es amarillo y al finalizar la maduración, la coloración se torna amarilla oscura, que es un indicador de la senescencia. En la Tabla 1 se presenta la descripción de lo coloración del fruto durante su desarrollo, a partir de la cual se construyó la escala de color del mismo. En Arazá a los cambios de coloración en la piel les acompaña cambios en la coloración de la pulpa pasa de color blanco, en la pre-maduración a color hueso o marfil y amarilla, característica durante la madurez de consumo.

El color de los frutos es medido en tres coordenadas a saber (Tabla 3):

Luminosidad (L): Es el grado de luminosidad del color

Croma (C): Representa la saturación o intensidad del color

Angulo Hue (H°): Representa el color en sí. Un ángulo Hue de 0° representa un rojo puro, mientras que un ángulo Hue de 180° representa un verde puro.



Figura 20. Carta de color del Arazá.

Tabla 3. Escala de color durante el desarrollo y maduración del Arazá

Escala de color	Estado	Color		Descripción
		Descripción	Valor coordenadas	
1	Inmaduro	Verde	L= 52-54 C= 32-37 H= 106-108°	Color verde oscuro, leve modificación a tonalidad mate
2	Verde-maduro	Verde mate	L= 54-57 C= 38-41 H= 101-105°	Color verde claro sin brillo
3	Pintón	Verde-amarillo	L= 58-60 C= 42-44 H= 95-99°	Color verde con 10-25% de color amarillo
4	Pintón ³ / ₄	Verde-amarillo	L= 61-64 C= 45-48 H= 89-94°	Color amarillo en mas del 50% del fruto
5	Maduro	Amarillo	L= 65-67 C= 49-54 H= 83-88°	Color amarillo en el 100% de la superficie del fruto
6	Sobre maduro	Amarillo oscuro	L= 68-71 C= 55-59 H= 80-84°	Color amarillo oscuro, fruto blando

Firmeza

Los frutos de Arazá en su fase de recolección (estado de madurez 2) poseen una firmeza entre 30 a 35 Newtons, la cual disminuye durante la maduración a valores alrededor de 20 Newtons. Esto puede deberse en parte (Hernández *et ál.*, en prensa), a una baja cantidad de materia seca (Rogez *et ál.*, 2004).

Sólidos solubles SST

Es una indicación aproximada del contenido de azúcares de las frutas y pueden ser utilizados como indicadores de maduración.

El contenido de SST en la pulpa de Arazá suele ser inferior al 6% (Rogez *et ál.*, 2004). La baja concentración de SST podría estar relacionada con una baja reserva de almidón en el Arazá.

Acidez total titulable y pH y la relación de madurez

El pH del fruto de Arazá aumenta durante su maduración. Este comportamiento resulta inverso a la acidez total titulable de la fruta (AT) que disminuye. El ácido málico que es el ácido predominante en la fruta disminuye a $200 \text{ nmH}^+ \cdot \text{L}^{-1}$, mientras que el pH aumenta a 3 unidades. Los ácidos orgánicos son respirados como parte de la reserva energética del fruto, con lo cual, la acidez disminuye durante la maduración y sobre todo en frutos en los cuales las reservas de polisacáridos son limitadas, como es el caso del Arazá.

El índice sólidos solubles/acidez o índice de madurez aumenta de manera directa en los frutos de Arazá durante su maduración. El índice de madurez tanto para consumo como para proceso debe ser estar alrededor de 3. Por su parte para la recolección se recomienda un índice de madurez inferior a 1.5.

CONSERVACIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ

El almacenamiento de frutos a bajas temperaturas por un período definido es una práctica común en países de climas templados. La conservación de la fruta se basa principalmente en reducir su respiración; con esto se logran efectos en la calidad tan importantes como atrasar el proceso de ablandamiento, degradación de ácidos y clorofila (degradación del color verde, amarillamiento) y los desórdenes relacionados con el envejecimiento (Zoffoli, 2002).

Las bajas temperaturas retardan la maduración y pueden disminuir la aparición de pudriciones que aparecen durante el almacenamiento. Sin embargo, el problema con los frutos tropicales como en el caso del Arazá, guayaba, mango, o papaya entre otros es que son sensibles a baja temperatura (Campbell, 1994; Wang 1982; 1994).

ALTERACIONES DE LA CALIDAD DEL ARAZÁ EN POSTCOSECHA

Los siguientes daños o alteraciones se han identificado en los frutos de Arazá durante las diferentes etapas de su cadena de comercialización:

Antracnosis: Patógeno identificado en los frutos de Arazá, causado por *Gloeosporium* sp (Figura 21A), que posiblemente se inicial en los primeros estados de crecimiento del fruto y se desarrolla en el periodo de posrecolección (Hernández *et ál.*, 2004).

Daño mecánico: Daños causados por impactos provocados por el movimiento de los frutos desde el lugar de procedencia en el campo hasta el centro de acopio y/o industria, incluyendo las etapas de almacenamiento y manipulación hasta su destino final (Figura 21B).

Daños por frío: Son daños fisiológicos característicos de frutos tropicales expuestos a temperaturas inferiores a 10-13°C y superiores a la de congelación (Figura 21C-E). Se caracteriza por debilitamiento de los tejidos a causa de su incapacidad de llevar a cabo los procesos metabólicos normales (Carmona, 2001; Hernández *et ál.*, 2001). Esta sensibilidad depende del tiempo de exposición y dificulta el manejo de postcosecha y el almacenamiento de los productos, ya que la refrigeración es la forma más común de extender la vida útil de los productos perecederos (Lyons y Breidenbach, 1987).

En el caso de picado por frío, las células parenquimáticas localizadas varias capas bajo la epidermis son las que primero se ven afectadas, produciendo un hundimiento del tejido y consecuentemente micro y macrofracturas en la piel del fruto, que posteriormente son colonizadas por microorganismos necróticos (Fernández-Trujillo y Martínez, 2006).

Las alteraciones por frío en la postcosecha del fruto de Arazá se caracterizan por escaldaduras (oscurecimiento de la epidermis, Figura 21C y D), picado, endurecimiento de la pulpa (Figura 21C y D), maduración anormal o incapacidad para madurar (Figura 21C y D), y pardeamiento de los tejidos, así como podredumbres asociadas a estos daños (Figura 21E) (Hernández y Fernández-Trujillo, 2004). El marchitamiento del fruto y las podredumbres por antracnosis suele acompañar a estos síntomas especialmente al transferir a temperatura ambiente o en la segunda semana de almacenamiento.

Ablandamiento: Es un proceso integral de la maduración de casi todos los frutos y tiene una inmensa importancia porque la vida comercial de los productos se ve limitada por éste. La principal consecuencia del ablandamiento son los daños durante la manipulación y un incremento en la susceptibilidad a enfermedades (Figura 21F).

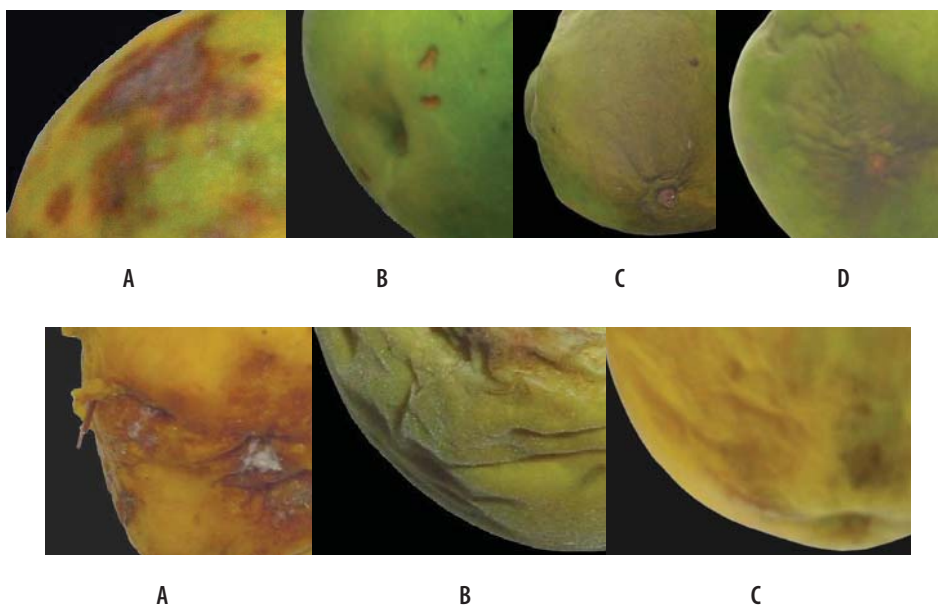


Figura 21. Detalles de daños presentados en frutos de Arazá. (A) Antracnosis (*Gloesporium* sp), (B) Daño mecánico, (C)-(D) Daño por frío (Endurecimiento y Escaldadura), (E) Daño por frío (Podriciones) (F) Ablandamiento y (G) Marchitez.

CONSERVACIÓN DE FRUTOS DE ARAZÁ A DIFERENTES TEMPERATURAS

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI ha realizado ensayos de simulación de almacenamiento de frutos de Arazá a temperaturas de 7 y 12°C, comparándolos con frutos a 20°C (control). Los diversos efectos del almacenamiento de los frutos de Arazá son presentados a continuación.



Figura 22. Frutos de Arazá almacenados a 12°C.

La firmeza de los frutos de Arazá disminuye durante el período de postcosecha, la temperatura de refrigeración retrasa el cambio, sin embargo, la firmeza de la pulpa disminuye de 40 a 10 N en el almacenamiento a 12°C.

A 7°C se presentan síntomas de incapacidad para madurar, es posible que daños por frío internos (Figura 23) contribuyan a un mantenimiento anormal de la firmeza (Galvis y Hernández, 1993).

Durante la maduración del fruto, el pH de la pulpa aumenta, siendo mucho más evidente en frutos mantenidos a 20°C y de una manera un poco más lenta en frutos refrigerados. De manera inversa la Acidez Titulable (AT) disminuye.

En los frutos a 7°C, la acidez aumenta en un 13% (Hernández *et ál.*, 2002). Dicho comportamiento puede estar asociado con lesiones por el frío que se desarrollan a esta temperatura (Hernández *et ál.*, 2002), de acuerdo con Wang (1994), quien encontró acidificación en los tejidos de pepino cohombro afectados por temperaturas inferiores a la crítica.

La vitamina C presenta concentraciones muy altas en Arazá, pero disminuye durante la maduración del fruto. La refrigeración conserva sólo en un 50% las concentraciones iniciales del fruto recién cosechado.

A 7°C la concentración de la vitamina C aumenta significativamente tras 7 días de almacenamiento, para luego disminuir durante la segunda semana de almacenamiento. Este comportamiento podría asociarse con un mecanismo de resistencia al daño por frío, tal como lo han reportado Mercado-Silva *et ál.*, (1998) para frutos de guayaba.

La dulzura del fruto aumenta significativamente, a la par con los azúcares predominantes en el fruto de Arazá, sacarosa, glucosa y fructosa tanto en frutos almacenados a 20°C, como a 12°C, con valores finales de 6%.

En frutos almacenados a 7 y 10°C, no hay aumento alguno aun después de ser llevado a 20°C (periodo de maduración complementaria durante 3 días).

A temperaturas mas bajas 7 ó 10°C, el aumento de dulzor solo se presenta tras una semana de almacenamiento. En períodos mas prolongados, los frutos no presentan aumento de azúcares y quedan insípidos. Una posible explicación de este comportamiento es que a bajas temperaturas la actividad metabólica se hace lenta, y en aquellos casos en que los frutos son almacenados a temperatura por debajo de la crítica algunas pueden sufrir un deterioro importante.

La alta actividad respiratoria en el fruto de Arazá contribuye a la pérdida de peso que alcanza niveles superiores al 10% a pesar del uso de la refrigeración tanto a 10 como a 12°C. Esta condición hace difícil el mercadeo del producto en fresco únicamente refrigerado.

La mayor pérdida de peso se presenta en frutos almacenados 7°C, ya que en ellos se presenta una mayor marchitez que se asocia a daños por antracnosis y otras pudriciones y una clara interrupción del proceso de maduración.

Frutos almacenados a temperaturas de 7 y 10°C, presentan fundamentalmente escaldadura del epicarpio (oscurecimiento). Por el contrario, los frutos mantenidos a 12°C no presentan a tiempos de conservación de 1-2 semanas, una notable incidencia de este desorden, confirmando las observaciones de Galvis y Hernández (1993), quienes recomiendan almacenar el fruto de Arazá a temperaturas superiores a 11°C.

Los frutos almacenados a temperatura por debajo de la temperatura crítica, de 12°C, presentan mayor incidencia del ataque de *Gloeosporium* sp. (> 20%) que a esta temperatura (10-18%), lo cual puede explicarse en el hecho de que los frutos con daño por frío resultan más susceptibles al ataques de hongos necrotrofos, como resultado de los cambios metabólicos que se producen (Saltveit y Morris, 1990).

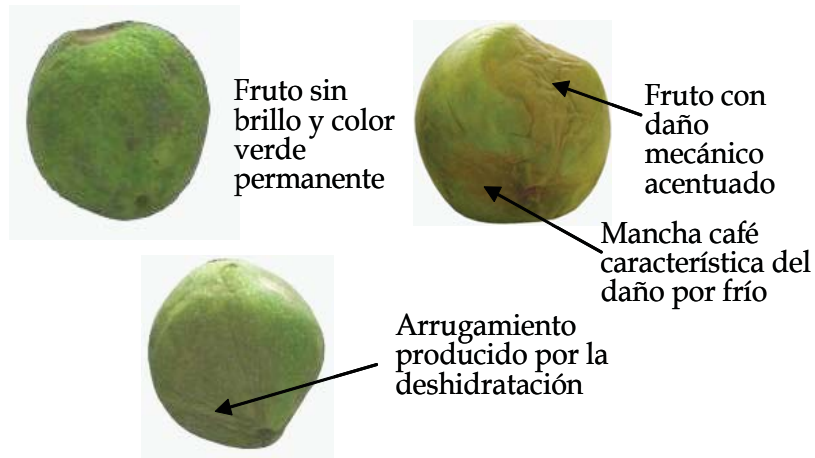


Figura 23. Frutos de Arazá almacenados a 7°C.

OTROS MÉTODOS EMPLEADOS

La conservación del fruto de Arazá durante la postcosecha se ha realizado con la utilización de soluciones de Cloruro de Calcio (CaCl_2), la cual se aplica tras la cosecha, y se logra haciendo la inmersión de los frutos en soluciones de este compuesto. Los primeros resultados hacen pensar que el efecto de las soluciones en el fruto puede ser el de mejorar su textura. Dado que uno de los grandes limitantes de la manipulación del fruto de Arazá está relacionado con los daños mecánicos es un tratamiento viable, económico y fácil de aplicar en campo.

Debido a que unos de los principales limitantes a la conservación en refrigeración de algunos frutos tropicales, como es el caso del Arazá, es el daño por frío (DF), se ha encontrado que un ciclo de calentamiento durante la conservación a baja temperatura puede favorecer la disminución del daño. En el caso del fruto de Arazá se ha probado diferentes ciclos de calentamiento, de 6, 12 o 18 horas a 20°C y se ha encontrado que puede favorecer el retraso del daño por frío y permitir que el fruto llegue a la madurez completa.

Las atmósferas modificadas también se han probado para la conservación del fruto, y aunque hay una sensibilidad a concentraciones de CO_2 superiores al 5%, el efecto benéfico se ha visto en la reducción de la pérdida de peso y en la maduración completa del fruto tras el tratamiento.



CONSERVACIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ EN POSTCOSECHA CON 1-METILCICLOPROPENO

Debido a que en frutos climatéricos, como el Arazá, el desencadenamiento de los síntomas de la maduración es atribuida al gas etileno, es necesario bloquear su producción, con el fin de disminuir el contenido de este en cuartos de almacenamiento y así aumentar su vida útil junto con la conservación de sus características fisicoquímicas y organolépticas.

Para este fin se usa comercialmente un producto químico llamado 1-Metilciclopropeno (1-MCP) que está siendo utilizado con muy buenos resultados en flores, manzanas, peras y otras frutas y permite aumentar su vida útil y calidad (Blankenship, 2003; Zoffoli, 2002). El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, ha realizado ensayos en condiciones controladas con 1-MCP en Arazá en los que ha obtenido un aumento de la vida útil de la fruta en aproximadamente 10 días a 12°C y 95% H.R (Hernández *et ál.*, 2002, Hernández *et ál.*, 2003) así mismo, se ha logrado determinar como tiempo de exposición al tratamiento de 1 hora (a 20°C y 75% H.R aproximadamente). Hernández *et ál.*, 2004.

En este documento se presentan los efectos producidos por el 1-MCP aplicado a frutos de Arazá en la zona de cultivo (Florencia-Caquetá) y bajo condiciones comerciales de la región.

ETILENO

El etileno es una hormona gaseosa producida normalmente por los frutos (etileno endógeno) cuya acción ocurre a través de su enlace a un receptor específico en la membrana de las células. El etileno juega un papel importante en la iniciación y la continuación de la maduración en todas las frutas climatéricas. Es usado comercialmente para madurar tomates, plátanos, peras y otras frutas (etileno exógeno), (Blankenship, 2001).

El etileno está involucrado en la senescencia de muchas especies frutales. Su síntesis es asociada con los daños por frío en piñas y melones cantaloupe (Ben-Amor *et ál.*, 1999); con el oscurecimiento de la pulpa de aguacate (Pesis, *et ál.*, 1999) y con el ablandamiento en manzanas (Benassi, *et ál.*, 2003) entre otras.

1-METILCICLOPROPENO (1-MCP)

El 1-Metilciclopropeno (1-MCP), es un compuesto análogo al gas etileno cuya aplicación en especies frutales y vegetales inactiva su acción, porque reduce la producción de etileno endógeno y protege de la acción del etileno exógeno por cierto tiempo retrasando la aparición de los síntomas de maduración de estas especies (Sisler and Serek, 1997; Blankenship, 2001), tales como pérdida de color, firmeza y síntomas de deshidratación entre otras.

A temperatura y presión estándar, el 1-MCP es un gas con un peso molecular de 54 y un fórmula de C_4H_6 . Comparado con etileno, el 1-MCP es activo en concentraciones mucho más bajas, además también influyen la biosíntesis del etileno en una cierta especie con la inhibición de la regeneración (Blankenship, 2003).

Está clasificado por la Agencia de Protección del Ambiente de EUA como un regulador de crecimiento, con un modo de acción inocuo para el ser humano (Zoffoli, 2002).

MECANISMO DE ACCIÓN DEL 1-MCP

Para entender cómo actúa el 1-MCP, primero debe entenderse cómo lo hace el etileno. Las moléculas del etileno actúan acoplándose (uniéndose) a los receptores en las membranas de las células de las especies frutales y vegetales desencadenando el proceso de maduración, es decir, comienzan a aparecer los síntomas tales como: cambio de color, ablandamiento, presencia de hongos, etc., como es mostrado en la Figura 24.

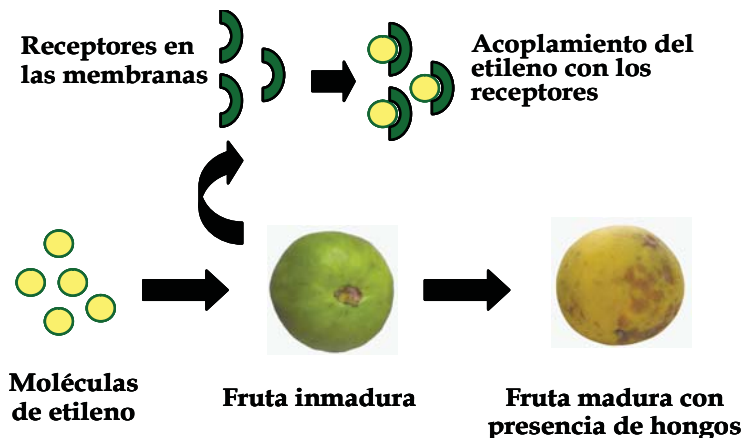


Figura 24. Esquema representativo del acoplamiento entre las moléculas del etileno con los receptores en la membrana de la célula de las fruta.

Las moléculas del 1-MCP aplicadas a la fruta compiten con el etileno acoplándose a estos receptores de forma prolongada impidiendo que lo hagan las del etileno retrasando la maduración de la fruta (Figura 25). La maduración ocurre cuando las moléculas del 1-MCP se desacoplan y dan lugar a las moléculas del etileno para unirse con los receptores. Durante este tiempo de acople del 1-MCP con los receptores se logra un retraso en la maduración de los frutos.

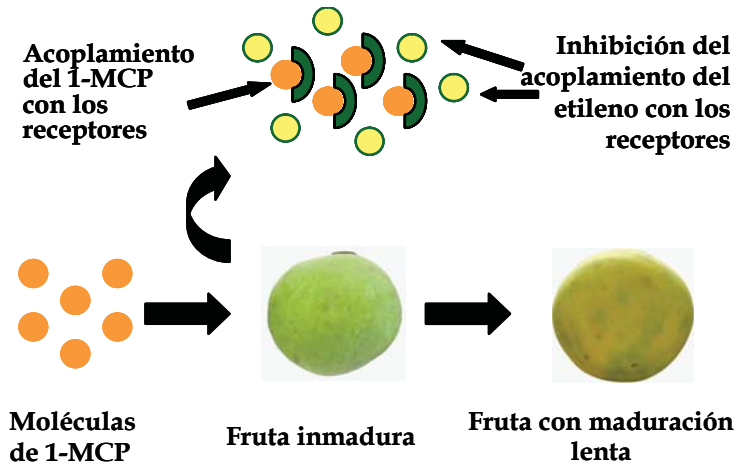


Figura 25. Esquema representativo del acoplamiento entre las moléculas del 1-MCP con los receptores en la membrana de la célula de las fruta e inhibición del acople del etileno

Si la fruta es demasiado madura, 1-MCP no actuará de la mejor manera. En algunos casos, el efecto de los 1-MCP es permanente. En otros productos, pueden inhibirse algunos efectos del tratamiento 1-MCP y esto depende, en parte, de la concentración del 1-MCP aplicada.

PRESENTACIÓN COMERCIAL DEL 1-MCP

El 1-MCP se comercializa bajo diferentes nombres comerciales tales como “Ethylbloc” y Smartfresh”. El Ethylbloc está compuesto por (Figura 26):

- A. Una solución transparente “buffer”, en donde se disuelve el producto.
- B. Un frasco con 100 gramos de 1-MCP en polvo.
- C. Un frasco mezclador aforado cada 25 mililitros (mL).
- D. Una cucharilla de 0.1 gramo (#6) aproximadamente.
- E. Una cucharilla 1 gramo (#12) aproximadamente



Figura 26. Kit del producto comercial "Ethylbloc".

APLICACIÓN DEL 1-MCP EN FRUTOS DE ARAZÁ

El 1-MCP debe ser aplicado en los frutos recién cosechados, es decir en el estado de madurez 2 (Tabla 3 y Figura 20).

Los frutos deben estar completamente sanos con mínimo daño mecánico (sin rajaduras y poco o ningún golpe en la superficie de la fruta, Figura 27). Para disminuir el daño mecánico durante el transporte se sugiere empaclar los frutos en mayas individuales dentro de las canastas plásticas, como lo muestra la Figura 28, ó utilizar un empaque adecuado que minimice las lesiones por impacto.

Hundimiento
por golpe

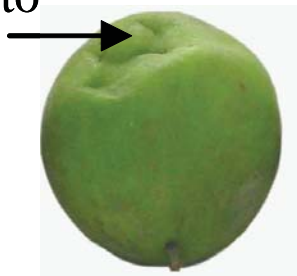


Figura 27. Fruto con daño mecánico.

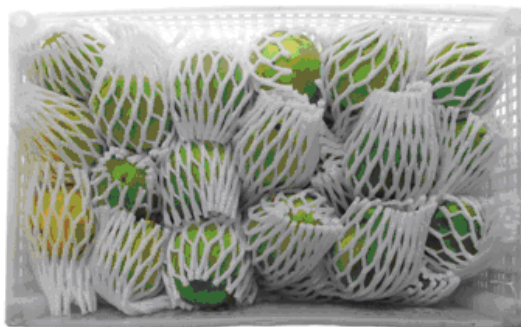


Figura 28. Transporte de los frutos de Arazá.

Adicionalmente no debe encontrarse indicio de ataque de insectos como el de la mosca de la fruta (*Anastrepha spp*) (Figura 29).



Figura 29. Ataque de la mosca (*Anastrepha spp*) en frutos de Arazá.

El 1-MCP produce efectos favorables sólo cuando la fruta tratada se encuentra en excelente estado de sanidad y en el estado de madurez adecuado.

Metodología para la aplicación del 1-MCP:

1. **Identificar un recinto**, cámara o recipiente hermético, es decir, que una vez cerrado no permita la entrada ni salida de gases, Ejemplo: cuartos de refrigeración, neveras plásticas portátiles, etc.
2. **Medir el volumen** de la cámara hermética en metros cúbicos (m³).
3. **Introducir la fruta dentro de la cámara** (si es el espacio es lo suficientemente grande dentro de canastas plásticas) y distribuir uniformemente (Figura 30).



Figura 30. Frutos dispuestos en canastas dentro de la cámara hermética para su tratamiento.

4. **Calcular la cantidad necesaria de 1-MCP a aplicar.** El 1-MCP se aplica a razón de $1\text{g}/\text{m}^3$, en dosis de 1g de producto/ $10\text{-}50\text{ mL}$ de buffer. El procedimiento de cálculo de las cantidades necesarias para la preparación de la solución es la siguiente:

- 1-MCP en gramos = Volumen cámara en m^3
- Cantidad necesaria de buffer = Peso de 1-MCP en gramos * 50 mL

Ejemplo:

Si la cámara tiene un volumen de 0.5 m^3 :

Procedimiento de cálculo:

- Cantidad requerida de 1-MCP = 0.5 gramos (5 cucharaditas razas usando cuchara # 6).
- Cantidad de buffer = $0.5 \times 50 = \underline{25\text{ mL}}$

Procedimiento de preparación:

A. Tome 25 mL de solución buffer en el frasco mezclador



Figura 31. Mezcla de buffer y 1-MCP.

B. Adicione 5 cucharaditas razas (Cuchara #6) de 1-MCP



Figura 32. Cuchara dosificadora de 0.1gramo.

C. Tape el frasco mezclador y agite hasta disolver completamente



Figura 33. Recipientes de boca amplia para disposición de 1-MCP dentro de la cámara hermética.

5. **Disponer el 1-MCP dentro de la cámara.** Adicione rápidamente la solución anterior en varios recipientes limpios de boca amplia. Ubique los recipientes en diferentes sitios dentro de la cámara, cierre inmediatamente y deje que el producto actúe durante 1 hora.
6. **Retirar los frutos.** Al cabo de 1 hora, abra la cámara, retire los recipientes con la solución y deséchela.
7. Los frutos están listos para su almacenamiento y/o comercialización.

EFFECTOS FAVORABLES DEL 1-MCP SOBRE LOS FRUTOS DE ARAZÁ

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI llevó a cabo un ensayo en la ciudad de Florencia (Caquetá) aplicando 1-MCP en frutos de Arazá recién cosechados. Se aplicó el tratamiento a temperatura ambiente del lugar ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$, H.R $80\pm 5\%$) de acuerdo al procedimiento descrito anteriormente. Posteriormente los frutos tratados e igual cantidad de frutos no tratados fueron almacenados a dos condiciones:

1. Temperatura ambiente del lugar $27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y Humedad Relativa de $80\pm 5\%$ durante 4 días.

2. Temperatura comercial de refrigeración $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ y Humedad Relativa de $80\pm 5\%$, en cuarto frío de un supermercado de la región. Posteriormente la fruta es llevada a condiciones ambientales de $27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y Humedad Relativa de $80\pm 5\%$ (periodo de maduración complementaria), durante 1 día.

Durante el tiempo de almacenamiento para ambos tratamientos se evaluó la calidad de los frutos de Arazá. Los resultados obtenidos en este estudio fueron los siguientes:

1. Frutos a temperatura ambiente de Florencia

Bajo estas condiciones el tratamiento reduce la emisión de etileno en comparación con frutos no tratados, con valores por debajo de $12 \mu\text{LC}_2\text{H}_4\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$.

El 1-MCP conserva la firmeza de los frutos. El 75% de los frutos no tratados presentan ablandamiento, frente a un 20% para frutos tratados. Al final de los 4 días de almacenamiento los frutos tratados presentaron una firmeza mayor (19 Newtons) que frutos no tratados (15 Newtons)



Figura 34. Frutos de Arazá (A) no tratados con ablandamiento y (B) tratados con 1-MCP y almacenados a temperatura ambiente ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y $80\pm 5\%$ H.R.).

La incidencia de antracnosis (*Gloesporium* sp) disminuye del 35% al 15% en frutos tratados con 1-MCP (Figura 35 A y B).

El tratamiento permite disminuir pérdidas de peso en aproximadamente un 7%. Al final del almacenamiento los frutos no tratados alcanzan una pérdida de peso del 12.7%, mientras que en frutos tratados solo llega hasta 5.7%.

El contenido de ácidos orgánicos (málico y cítrico) se conserva en los frutos tratados permitiendo mantener esa característica de sabor ácido de los mismos.



Figura 35. Incidencia de antracnosis en frutos de Arazá (A) no tratados y (B) tratados con 1-MCP y almacenados a temperatura ambiente ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y $80\pm 5\%$ H.R.).

Este tratamiento permite además mantener altos contenidos de Vitamina C en los frutos evitando su degradación, observándose un contenido entre 4-8.7 mg/100g de fruta.

En general el tratamiento con 1-MCP permite aumentar la vida útil de la fruta de 3 a 5 días a temperatura ambiente de Florencia-Caquetá.

2. Frutos refrigerados

El tratamiento con 1-MCP inhibe el pico climatérico de la fruta a 13°C . Además la respiración es inferior para frutos tratados y almacenados a 13°C que frutos tratados y almacenados a 27°C . La disminución de la respiración y sus incrementos puede deberse a que el 1-MCP bloquea los receptores del etileno al ser aplicado en especies vegetales, previniendo sus efectos tales como el aumento de la intensidad respiratoria de la fruta (Serek *et ál.*, 1995).

El tratamiento con 1-MCP previene o retrasa la degradación de la clorofila y varios tipos de cambios de color en un amplio rango de especies cultivadas (Blankenship *et ál.*, 2003). En frutos tratados y almacenados a 13 se observa cambio de color de verde ($H=109$, $C=36$) a amarillo intenso ($H=82$, $C=61$) el día 8, encontrándose influencia del tratamiento el retraso de la maduración a esta temperatura.

El tratamiento con 1-MCP permite disminuir la incidencia de antracnosis del 50% al 35% en frutos de Arazá (Figura 36).

En frutos tratados se presenta una mayor conservación de la firmeza durante el almacenamiento y maduración complementaria con valores entre 23-37 Newtons, frente a frutos no tratados que presentan niveles inferiores (14-33 Newtons).

Al igual que a 27°C el tratamiento combinado con la refrigeración permite conservar el contenido de ácidos orgánicos, presentándose niveles superiores para frutos tratados (excepto para succínico).

Frutos tratados presentan una mayor conservación del contenido de vitamina C (2.5-11.02 mg/100g de fruta) frente a frutos no tratados (1.8-5.6 mg/100g de fruta) confirmando el efecto positivo del tratamiento sobre la conservación de la acidez de los frutos.

El tratamiento retrasó la pérdida de color verde (Figura 37). Los frutos muestran el cambio de color verde (Hue=109°, Cromo=36) a amarillo intenso (Hue=82°, Cromo=61), el día 8.



Figura 36. Frutos de Arazá (A) no tratados y (B) tratados con 1-MCP.

El efecto positivo de combinar este tratamiento con la refrigeración se evidencia en el aumento de la vida útil de la fruta de 3 a 8 días, permitiendo retrasar y disminuir los efectos normales de la rápida maduración de



Figura 37. Cambio de color de frutos de Arazá (A) no tratados y (B) tratados con 1-MCP.

la fruta logrando obtener un fruto con mejores características organolépticas, brindando un mayor tiempo para su comercialización, transporte y consumo.

Efectos desfavorables del 1-MCP sobre los frutos de Arazá

Los efectos adversos del tratamiento con 1-MCP sobre los frutos de Arazá dependen principalmente del tiempo de exposición al mismo. Los efectos observados en frutos expuestos al tratamiento por un tiempo superior a 1 hora (12 y 16 horas) se presentan a continuación:



Figura 38. Frutos de Arazá tratados con 1-MCP durante 16 horas.

Frutos tratados 12 horas con 1-MCP presentan mayor acentuación de daño mecánico al ser llevados a maduración complementaria (de 5.4 a 15.8%) que frutos tratados 1 hora y no tratados (de 6.1 a 6.4% y de 11 a 13% respectivamente).

Tiempos de exposición al 1-MCP superiores a 1 hora frenan la maduración de la fruta evidenciada por la interrupción en el cambio de color. Frutos tratados durante 12 horas permanecen verdes aun al ser llevados a maduración complementaria, (Hue=108.8° al inicio y Hue=105.3° al final del almacenamiento el día 8).

Se ha observado que los frutos tratados por tiempo prolongado independientemente de la temperatura de almacenamiento presentan una alta opacidad (bajo brillo) y un endurecimiento que dan una apariencia al fruto similar a la observada en frutos almacenados a bajas temperaturas (inferiores a 12°C).

Adicionalmente como el tratamiento no presenta efecto sobre la pérdida de peso del fruto se presenta un excesivo endurecimiento, lo cual enfatiza los daños mecánicos.



EMPAQUES EMPLEADOS PARA ARAZÁ EN FRESCO

El principal fin de contar con empaques adecuados para el transporte desde el cultivo hasta el consumidor final, es fortalecer la cadena productiva del Arazá teniendo en cuenta el incremento de demanda por frutos exóticos en el mercado interno y en el mercado internacional.



Figura 39. Concepto y desarrollo de Empaque para Arazá en fresco.
Fuente: Camacho, 2005.

Es importante que usted como productor aumente sus posibilidades de comercialización de producto por las características de CALIDAD y es así como el uso de empaques adecuados garantizará su posicionamiento en el mercado.

En este sentido, el desarrollo de empaques para el Arazá en fresco ha sido concebido de acuerdo con las características propias de la fruta, porque:

- Consume grandes cantidades de oxígeno produciendo grandes cantidades de etileno lo que hace que madure rápidamente,
- Presenta un ablandamiento considerable durante su maduración
- Requiere refrigeración para retardar los procesos de maduración y
- Tiene una vida útil de postcosecha corta de 5 días.

Con el empleo de empaques adecuados usted como productor podrá evitar daños de la fruta durante su manipulación y transporte. A su vez se recomienda combinar esta actividad con la aplicación de métodos de conservación como la refrigeración para prolongar a 10 días la vida útil de postcosecha.

De acuerdo con un estudio de investigación de empaques para Arazá (Camacho, 2005), donde se evaluaron tres alternativas de tipo estructural, formal y funcional teniendo en cuenta la normatividad internacional para el transporte de fruta fresca y los requerimientos que esto exige y la relación costo beneficio.

Se evaluaron varias alternativas de empaque en relación a su funcionalidad como:

- El Arazá debe mantenerse protegido para evitar daños por golpes, compresión, vibración y cambios externos de temperatura. Por tal motivo se evaluaron diferentes opciones (Figura 40).
- Debe presentarse en el empaque de una forma ordenada, que permita su exhibición para apreciar sus características.
- Debe permitir su conservación en condiciones de refrigeración (13°C) utilizando materiales especiales que retarden la pérdida de agua de la fruta.

Posterior a varias pruebas y evaluación de diferentes empaques, se concluyó que el empaque adecuado para Arazá en fresco debía estar compuesto de una plegadiza (caja de cartón) y bandejas de material reciclado (papel, pino y recubrimiento a base de uva y cera de abejas).



Figura 40. (A) Comprobaciones de material, trabajo con polímeros, (B) Comprobaciones de modulación y material pulpa reciclada y (C) Comprobaciones modulación y apilamiento. (Fuente: Camacho, 2005).

La plegadiza cumple la función de la canasta carullera sin maltratar la fruta y presenta pequeños grafados que muestran el 20% de la fruta. Las bandejas cumplen la función de exhibir de modo tal que se unan lateralmente una con otra con el fin de que en el punto de venta se puedan sacar de la plegadiza y se muestren independientemente.

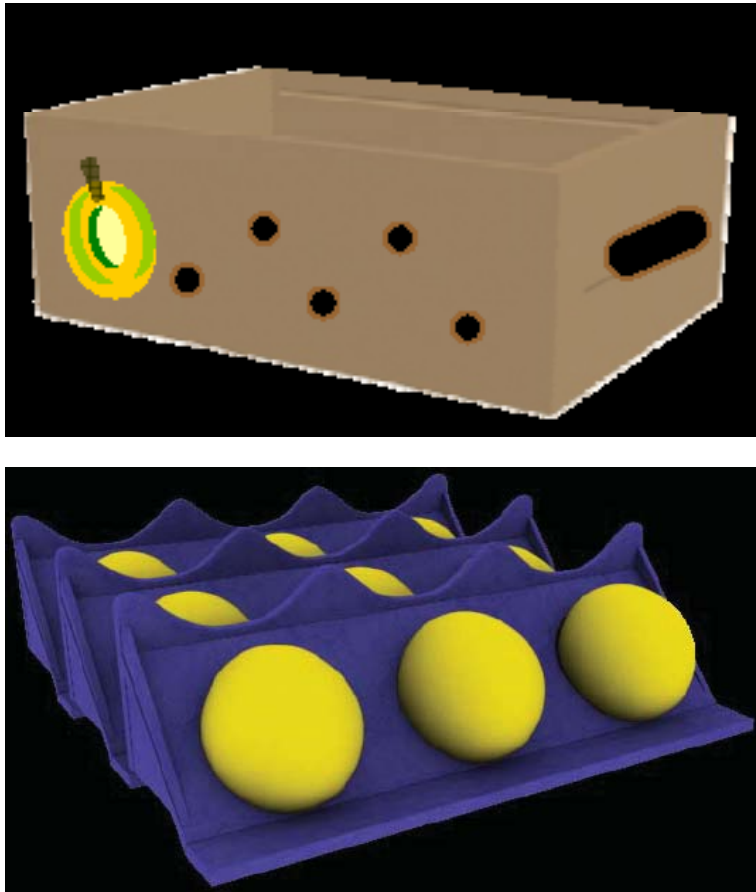


Figura 41. (A) Plegadiza de 60x40x30 cm y (B) Bandejas de 30x40x9 cm. Fuente: Camacho, 2005.

Cada plegadiza tiene una capacidad de 54 frutos, y por bandeja alcanzan 9 frutos, es decir se hacen tres hileras de bandejas, alcanzando en la plegadiza 6 hileras de bandejas para un total de 54 frutos.

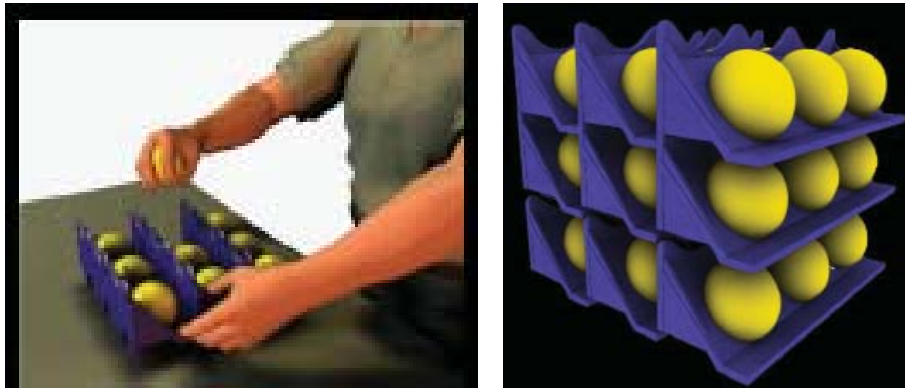


Figura 42. Detalle de bandejas.
Fuente: Camacho, 2005.

El costo del empaque total por una producción de 5000 unidades es de \$5825 sin contar fletes de transporte y su peso total es de 25 kg, cumpliendo así con la normatividad de peso para ser levantado del piso.

REFERENCIAS

- Aguiar, J.P.L. 1983. Araça-boi (*Eugenia stipitata* Mc. Vaugh): aspectos e dados preliminares sobre a sua composição química. *Acta Amazonica* 13 (5-6): 953-954.
- Akamine, E.K., Goo, T., 1979. Respiration and ethylene production in fruits of species and cultivars of *Psidium* and species of *Eugenia*. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 98: 381-383.
- Ariza, A. 2000. Biología floral y caracterización morfológica de 6 ecotipos de Arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaugh) en el departamento del Caquetá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Tesis (Pregrado). Bogotá. 49 p.
- Benassi, G., Simões Francischini Correal, G. A.; Kluge, R. A., Jacomino, A. P. 2003. Shelf life of custard apple treated with 1-methylcyclopropene - an antagonist to the ethylene action. *Braz. arch. biol. technol.* vol.46 no.1 Curitiba.
- Ben-Amor, M., Flores, B., Latché, A., Bouzayen, M., Pech, J.C., Romojaro, F., 1999. Inhibition of ethylene biosíntesis by antisense ACC oxisase RNA prevents chilling injury in Charentais cantaloupe melons. *Plant Cell Environ.* 22, 1579-1586.
- Biale, J.B. and Young, R.E. 1971. "The avocado pear. The Biochem.Of. fruits and Products". Ed.by A.C.Hulme.AcademicPress. 63 p.
- Biale, J.B. y R.E. Young. 1981. Respiration and ripening in fruits-Retrospect and Prospect.En: Friend, J y M.J.C. Rhodes (Eds). Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables. Academic Press Publishing. p.1-39.
- Blankenship, S. 2001. Ethylene Effects and the Benefits of 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly* (University of California). 108: 2-4.
- Blankenship, S.M.; Dole, J.M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology* 28, 1-25.
- Camacho, J. G. 2005. Empaque para Arazá en el mercado interno con proyecciones de exportación. Proyecto de grado, Universidad de los Andes.
- Campbell, C.A. 1994. Handling of Florida-grown and imported tropical fruits and vegetables. *Hortscience* 29: 975-978.

Carmona, V.G. 2001. Rol de la temperatura en el almacenamiento de los productos. Guía técnica postcosecha No. 5. Consejo nacional de Producción. (CNP). Costa Rica sp.

Clifford, M.N. 2000. Review. Anthocyanins – nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci. Food Agric.* 80:1063-1072.

Fernández-Trujillo, J.P., Martínez, J.A. 2006. Ultrastructure of the onset of chilling injury in cucumber fruit. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 80: (en prensa).

Duarte, M. 1992. Factores de precosecha que afectan la fisiología y manejo de postcosecha de frutas y hortalizas. *En fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas.* Ed. Limusa P:37-47

Galvis, J.A., Hernández, M.S. 1993. Comportamiento fisiológico del Arazá (*Eugenia stipitata*) bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. *Colombia amazonica* 6: 123-134.

Ferguson, I., R. Volz, A. Woolf. 1999. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. *Postharvest Biology and Technology.* 15: 255-262

Giovannoni, J.J. 2004. Genetic regulation of fruit development and ripening. *Plant Cell* 16: S170-S180.

González-Tangoa, J.R. 1991. El cultivo del Arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaugh) en la amazonia peruana. INIAA Programa de investigación en cultivos tropicales 30 p.

Guarironi, A. 2000. Efecto del estado de madurez de los frutos a la cosecha sobre su conservación.

Gutiérrez, A. Criollo, D. 2005. Oferta real, área y volúmenes de producción en frutales amazónicos en el departamento del Caquetá. Informe Final Carta de Compromiso No 002/2004. Corpoica-Corpoamazonia. Florencia, Caquetá. 79 p.

Hernández, M.S. y J.A. Galvis. 1993. Procesamiento de Arazá y co-pozú. *Colombia Amazónica*, Vol. 6 (2): 135-148.

Hernández, M. S. 2001. Conservación del Fruto de Arazá durante la postcosecha mediante la aplicación de diferentes técnicas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.

Hernández, M.S., Barrera J., Fernández-Trujillo J.P., Martínez O. y Arjona H. 2002. Efecto de la temperatura de almacenamiento en la fisiología y calidad de la fruta. *Acta Hort.* (SECH) 37:1074-1081.

Hernández G., M. S., Barrera G., J. A., Paez B., D., Oviedo A., E., Romero R., H. 2004. Aspectos biológicos y conservación de frutas promisorias de la Amazonia colombiana.1 ed. Bogotá D.C: Produmedios. v.1. p.148.

Hernández, M.S., Fernández-Trujillo, J.P. 2004. Arazá fruit. Postharvest quality maintenance guidelines. En:Gross, K.C., Saltveit, M.E. y Wang, C.Y. (eds.). USDA Agricultural Handbook No. 66. <http://usna.usda.gov/hb66/029araza.pdf>

Hernández, M.S., Martínez, O., Fernández-Trujillo, J.P. 2006. Behavior of Arazá fruit quality traits during growth, development and ripening. *Scientia Hort.* –Amster.- 111: (en prensa).

Herrero, A. y J. Guardia. 1992. Conservación de Frutos. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. p.29-56

Hortensteiner, S. 2006. Chlorophyll degradation during senescence. *Ann. Rev. Plant Biol.* 57: 55-77.

Kays, S. 1999. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology.* 15:233-247

Lyons, J.M., Breidenbach, R.W. 1987. Chilling injury. In: Weichman, J. (Eds.). *Postharvest physiology of vegetables.* Marcel Dekker:New York, p. 305-326.

Mattheis, J. y J. Fellman. 1999. Preharvest influencing flavor of fresh fruit and vegetables. *postharvest and Technology.* 15: 227-232.

Mercado-Silva, E., Benito-Bautista, P., Garcia-Velasco, M.A. 1998. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. *Postharvest Biol. Technol.* 13: 143-150.

Pesis, E., Ackerman, M., Ben-Arie, R., Feygenberg, O., and Prusky,D. 1999. The Role of Ethylene in Browning of Avocado Pulp during cold storage. *Proceedings of Avocado Brainstorming '99.* Pages 152-157.

Pinedo, M., Ramírez F., Blasco, M. 1981. Notas preliminares sobre el Arazá (*Eugenia stipitata*) Frutal Nativo de la Amazonía peruana. Ministerio de Agricultura y Alimentación. INIA. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-OEA. Lima, Perú. 58p.

Quevedo G.E. 1995. Aspectos agronómicos sobre el cultivo del Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). *Agronomía Colombiana* 12(1): 27-65.

Rogez, H. Buxant, R., Mignolet, E., Souza, J., Silva, E., Larondelle, Y., 2004. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araca-boi (*Eugenia stipitata*), bacurí (*Platonia insignis*) and cupuacu (*Theobroma grandiflorum*). *Eur. Food. Res. Technol.* 218: 380-384.

Saltveit, M.E. Jr., Morris, L.L. 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. In C.Y. Wang (eds). Chilling injury of horticultural crops. CRC Press Inc., p 4-15.

Seymour, G.B., J.E. Taylor y G.A. Tucker. 1993. Introducción. En: Seymour, G.B., J.E. Taylor y G.A. Tucker (eds). Biochemistry of fruit ripening. Chapman & Hall, U.K. p. 1-52.

Serek, M.; Sisler, E.C.; Reid, M.S. 1995. 1-Methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. Acta Sisler, E.C., Serek, M. (1997). Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level. Recent developments. *Physiol. Plant.* 100: 577-582.

Taylor, M., Ramsay, G. 2005. Carotenoid biosynthesis in plant storage organs: recent advances and prospects for improving plant food quality. *Physiol. Plant.* 124:143-51.

Velasco, V. 1999. El papel de la nutrición mineral.. *Terra.* 17(3):196-200.

Wang, C.Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. *HortScience* 17: 173-186.

Wang, C.Y. 1994. Chilling injury of tropical horticultural commodities. *HortScience* 29: 986-996.

Wills, R., Mc Glasson, B. Graham D., Joyce, D. 1998. Postharvest: An Introduction to the Physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. CABI Pub., p. 97-112.

Zoffoli, J. P. 2002. Control de la Acción del Etileno: Una novedosa alternativa para prolongar la conservación de frutas. *Revista Agronomía y Forestal.* Universidad Católica de Chile. 16:14-17.