



INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Aspectos biológicos y conservación de frutas promisorias de la Amazonia Colombiana

María Soledad Hernández G., Bio. M.Sc.
Jaime Alberto Barrera G., I.A.
Daniel Páez B., L. Q. M.Sc.
Eliseo Oviedo Ardila, I. Zoo. M.Sc.
Henry Romero Rubio, Adm. Emp.

Hernández G., María Soledad; Barrera G., Jaime Alberto; Páez B., Daniel; Oviedo A., Eliseo; Romero R., Henry.

Aspectos biológicos y conservación de frutas promisorias de la amazonia colombiana / María Soledad Hernández G.; Jaime Alberto Barrera G.; Daniel Páez B.; Eliseo Oviedo A.; Henry Romero R., Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Universidad de la Amazonia. 2004.
150 p.

1. FISILOGÍA. 2. FITOPATOLOGÍA. 3. FRUTAS TROPICALES. 4. COSECHA. 5. ALIMENTOS-PRESERVACIÓN. 6. FRUTALES PROMISORIOS.

Análisis estadístico: Orlando Martínez W., Instituto de Genética U. Andes
Jorge Argüelles, Instituto SINCHI

Editora: Dioned Victoria González
Fotografía: María Soledad Hernández G.; Jaime Alberto Barrera G.; Dioned Victoria González;
Paola Pulido Barrera

Edición fotográfica: Elkin Flórez

Coordinación editorial: Diana Patricia Mora Rodríguez, Centro de Información y Divulgación

ISBN: 958-96878-7-3

© Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Universidad de la Amazonia

Primera edición: marzo de 2004

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Diagramación, armada, fotomecánica,
impresión y encuadernación



www.produmedios.com

Tel.: 288 5338 Bogotá, DC - Colombia

El contenido de esta publicación es propiedad intelectual del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Prohibida su reproducción para fines comerciales.

Disponible en: Instituto SINCHI, Calle 20 No. 5-44, Tel. 283 6755, 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

CARLOS HERNANDO RODRÍGUEZ LEÓN
Cordinador Regional Occidente

CONTENIDO

	Pág.
Introducción	7
1. Dinámica de la producción, comercialización y consumo de algunas frutas nativas promisorias en la Amazonia Occidental Colombiana	9
1.1. Introducción	11
1.2. Estructura básica para el desarrollo y consolidación económica de los frutos promisorios de la Amazonia Colombiana	13
1.3. Estudio de producción, mercadeo y comercialización de frutos promisorios de la amazonia colombiana como alternativa de producción económicamente rentable y ambientalmente conservadora	13
1.4. Composición del plan estratégico para el mercadeo de frutos promisorios de la Amazonia Colombiana - Departamento de Caquetá: arazá, cocona y piña nativa c.v. India	16
1.5. Características actuales del sistema de producción y comercialización	18
1.6. Indicadores de productividad para la piña nativa	22
1.7. Análisis básico encuesta productores piña nativa c.v. India	26
1.8. Composición del plan estratégico para el mercadeo de piña nativa, fruto promisorio de la Amazonia Colombiana	27
1.9. Marco legal	31
1.10. Conclusiones	36
1.11. Bibliografía	38
2. Aspectos biológicos y conservación poscosecha del arazá (<i>Eugenia Stipitata</i> mc. Vaugh) en la Amazonia Occidental Colombiana	39
2.1. Aspectos generales del arazá	41
2.2. Desarrollo del fruto de arazá	45
2.3. Maduración e índices de cosecha	49
2.4. Poscosecha	51
2.5. Bibliografía	57

3. Aspectos biológicos y conservación poscosecha de la piña nativa (<i>Ananas comosus</i> L. Merr c.v. India) en la Amazonia Occidental Colombiana	59
3.1. Aspectos generales de la piña.....	61
3.2. Desarrollo del fruto de piña	65
3.3. Maduración e índices de cosecha	69
3.4. Poscosecha	70
3.5. Bibliografía.....	83
4. Biología y tecnología poscosecha de la carambola (<i>Averrhoa carambola</i> L.) en la Amazonia Occidental Colombiana	85
4.1. Aspectos generales de la carambola	87
4.2. Desarrollo del fruto de carambola	91
4.3. Maduración e índices de cosecha	97
4.4. Poscosecha	99
4.5. Bibliografía.....	104
5. Aspectos biológicos y conservación poscosecha de la canangucha (<i>Mauritia flexuosa</i>) en la Amazonia Occidental Colombiana	107
5.1. Aspectos generales de la canangucha.....	109
5.2. Desarrollo del fruto de canangucha	114
5.3. Maduración e índices de cosecha	119
5.4. Poscosecha y aprovechamiento	120
5.5. Bibliografía.....	124
6. Aspectos biológicos y conservación poscosecha de la cocona (<i>Solanum sessiliflorum</i>) en la Amazonia Occidental Colombiana.....	127
6.1. Aspectos generales de la cocona.....	129
6.2. Desarrollo del fruto de cocona	133
6.3. Maduración e índices de cosecha	138
6.4. Poscosecha	140
6.5. Bibliografía.....	147

INTRODUCCIÓN

La región amazónica posee la mayor biodiversidad del planeta y su riqueza florística constituye un invaluable patrimonio para la humanidad. De la flora regional se destaca el importante aporte que las especies comestibles han proporcionado a la alimentación humana, sin embargo, las especies hasta ahora incluidas solo constituye una mínima parte de los recursos renovables que pueden ingresar a la dieta básica del género humano, y que aun no son aprovechados.

En Colombia, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, viene adelantando desde hace diez años un proyecto sobre el Manejo y Transformación de frutos de la región amazónica colombiana, a través del cual se han caracterizado la composición, el comportamiento y los usos potenciales de varias especies frutales que han sido priorizadas como resultado del quehacer institucional y de la interacción con los pobladores de la región.

La publicación que ahora estamos entregando a la comunidad regional, nacional e internacional es una muestra de lo que el esfuerzo colectivo institucional puede alcanzar a partir del trabajo riguroso y coordinado. En la obra que se acaba de concluir participaron la Universidad de la Amazonia, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Los aspectos incluidos en este documento involucran los principales resultados alcanzados en el proyecto "Investigación sobre el Manejo y Transformación de frutos de la región amazónica", cofinanciado por PRONATTA, acerca de la biología y conservación en fresco de frutos de arazá (*Eugenia stipitata* MC Vaugh) piña (*Ananas comosus* L. Merr) c.v India, carambola (*Averrhoa carambola* L.) canangucha (*Mauritia flexuosa* L.F.) y cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), todos ellos, alternativas promisorias para los sistemas productivos regionales.

Resulta para mí muy satisfactorio presentar a ustedes hoy, el resultado del esfuerzo de las instituciones comprometidas en esta labor, además de destacar la importancia que las alianzas interinstitucionales y la interlocución con la región tienen en la construcción y desarrollo regional. Espero que este nuevo material de consulta llegue a todos y cada uno de los beneficiarios directos e indirectos y que sus aportes conduzcan a la construcción de una amazonia colombiana próspera y pujante.

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS
Directora General

**Dinámica de la producción,
comercialización y consumo de
algunas frutas nativas promisorias en
la Amazonia Occidental Colombiana**

1.1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de planes de comercialización y promoción debe contemplar variables como la ubicación de los clientes potenciales, el tamaño del mercado, las edades de los compradores, el nivel educativo, los hábitos y frecuencia de compra, las preferencias y el poder adquisitivo familiar, esto con el fin de coordinar la orientación de la producción con los planes de mercadeo y logística.

El mercadeo agropecuario en Colombia, está desarrollando sistemas más sofisticados de comercialización, al entrar en operación cadenas de supermercados e Hipermercados que brindan al consumidor la oportunidad de encontrar todos los productos de primera necesidad bajo un mismo techo.

Esto facilita la gestión empresarial de conocer todas las variables del mercado, con el fin de agilizar los procesos y optimizar los productos ofrecidos al consumidor final.

Es importante mencionar la tendencia mundial de consumir productos ecológicamente producidos, lo cual implica tener en cuenta el componente ambiental de desarrollo sostenible para incursionar en mercados potenciales.

Se debe conocer la oferta potencial de los productos que se pueden encontrar en el sistema de producción de frutos exóticos de la Amazonia colombiana en el Departamento de Caquetá, con el fin de conocer la capacidad actual y las posibilidades de crecimiento, dicha información permitirá definir y programar operaciones de mercadeo que garanticen un abastecimiento oportuno, periódico y permanente, de tal manera que el consumidor pueda contar con la posibilidad de adquirir el producto en el momento que lo requiera.

El aporte del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI' en el conocimiento del manejo de cosecha y poscosecha de frutos promisorios se constituye en una ventaja comparativa al momento de analizar y presentar propuestas de manejo comercial de estos frutos.

A pesar de las dificultades por las que ha atravesado el país, es importante participar en la construcción del desarrollo económico y social de zonas que como la Caquetena han sido duramente golpeadas por diferentes y muy variados problemas a través de su historia contemporánea, pero que de acuerdo con el conocimiento de sus potencialidades cuenta con una gran oportunidad de crecimiento.

Igualmente, esta labor de investigación económica y de mercadeo con énfasis en lo social, representa la traducción de la investigación científica en concretar hechos empresariales rentables que brinden la oportunidad de generar riqueza para la comunidad amazónica.

La labor comercial de estructurar un mercado sostenido de estos productos requiere un trabajo conjunto de productores, sector privado y sector público, con visión y objetivos a corto, mediano y largo plazo y con la identificación de metas reales y cuantificables que definan resultados rentables desde el punto de vista económico y su consecuente fortalecimiento en lo social.

Las condiciones sociales y de orden público representan una dificultad al momento de ejecutar actividades de desarrollo comunitario con beneficio institucional, por lo tanto, el planteamiento de cualquier proyecto debe considerar estas variables con el fin de visualizar posibles alternativas de ejecución.

El crecimiento del mercado de las frutas se ha visto favorecido por los cambios de preferencias de los consumidores y la mayor preocupación por el cuidado de la salud; razones por las cuales los consumidores se encuentran dispuestos a pagar por los servicios agregados de calidad.

Los grandes mercados se encuentran localizados en los países desarrollados, pero los de mayor crecimiento corresponden a países en desarrollo. Así mismo, en los países de más altos ingresos las frutas de zonas templadas son las de mayor consumo, no obstante, el mercado de especies tropicales y exóticas es el de mayor crecimiento. El crecimiento del nivel de ingresos y los fenómenos de sustitución y diversificación del consumo son los principales factores que impulsan los mercados de frutas; lo anterior, acompañado de la estrategia general de comercialización a través de grandes cadenas de mercados e Hipermercados, se convierte en un facilitador de crecimiento comercial en el corto plazo.

Debemos considerar que ante los mayores riesgos para la salud pública, la sanidad vegetal y el medio ambiente, derivados de la mayor libertad de comercio, los distintos países, en especial los desarrollados, han establecido requisitos para el ingreso de productos a sus mercados relacionados con el estricto cumplimiento de normas en cada uno de esos campos.

En contraste con las tendencias internacionales, el comercio de frutas en Colombia se lleva a cabo sin la aplicación de normas técnicas de calidad y sanidad, sin técnicas de manejo y empaque adecuadas, con sistemas de transporte que atentan contra la calidad del producto y con elevados costos y márgenes de intermediación comercial.

La fruticultura colombiana se caracteriza por ser pequeñas unidades de producción sin especialización y en su mayoría como complemento marginal a los ingresos de otra actividad productiva principal. La producción es geográficamente dispersa sin mayor atención en el cuidado de las plantas y su principal fuente de mano de obra es el núcleo familiar.

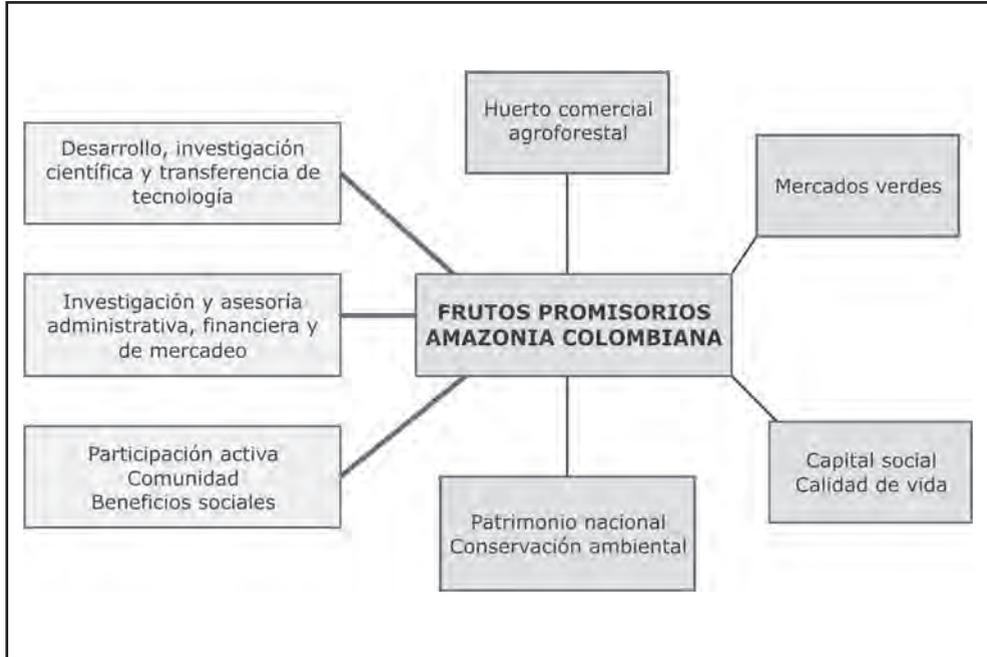
En el campo del conocimiento científico se han desarrollado actividades que permiten controlar el manejo de algunas especies, pero en general, es notable el estancamiento y la falta de desarrollo frutícola, especialmente en el mejoramiento genético.

En cuanto a Políticas e Instituciones de apoyo el sector cuenta con una escasa presencia de establecimientos que participen en la estructuración de beneficios consolidados, hay limitaciones en las líneas de crédito y es percibido como de alto riesgo.

La inseguridad en las zonas rurales constituye el mayor obstáculo para el ingreso de nuevos inversionistas al sector; la inestabilidad e incertidumbre con relación al curso en el inmediato futuro de las condiciones macroeconómicas y de seguridad pública, desfavorecen la inversión permanente trayendo como consecuencia un sector débil y muy frágil a los cambios.

Como estrategia de promoción y mercadeo los esfuerzos de desarrollo sectorial deben dirigirse a abastecer, en condiciones competitivas frente a las importaciones, el creciente mercado doméstico de frutas frescas y procesadas y continuar con los esfuerzos de exportación, buscando aumentar la penetración y ampliación de mercados.

1.2. ESTRUCTURA BÁSICA PARA EL DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA DE LOS FRUTOS PROMISORIOS DE LA AMAZONIA COLOMBIANA



1.3. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN, MERCADEO Y COMERCIALIZACIÓN DE FRUTOS PROMISORIOS DE LA AMAZONIA COLOMBIANA COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN ECONÓMICAMENTE RENTABLE Y AMBIENTALMENTE CONSERVADORA

Los planteamientos generales de entorno de la región se encuentran amplia y suficientemente definidos por varios y muy importantes autores no solo Institucionales sino particulares; por lo tanto, a continuación simplemente se realizara un breve recuento de las características sociales que enmarcan la comunidad establecida.

La producción de cultivos ilícitos ha generado un grave deterioro en las relaciones sociales de la comunidad, asimismo, se presenta un crecimiento geométrico de una economía

ficticia e irreal, producto de los grandes flujos de dinero derivados de los procesos de producción y comercialización del narcotráfico; esta actividad creciente ha originado una expansión de la frontera agrícola, trayendo como consecuencias la degradación paulatina del sistema ambiental básico y el posterior envenenamiento de las tierras por las actividades de fumigación definidas por las autoridades competentes.

La poca atención que el Gobierno Central ha prestado a la zona, la falta de liderazgo y visión de los gobernantes locales y regionales y la débil y sensible infraestructura básica han sido factores definitivos para que actores al margen de la ley tengan un control relativo de la zona, lo cual definitivamente dificulta cualquier intento positivo de desarrollo particular y comunitario.

El desarrollo de las actividades de producción, mercadeo y comercialización de estos frutos deberán generarse sobre la base de las condiciones sociales, geográficas y culturales de la región amazónica.

Las perspectivas de desarrollo deben tener en cuenta que los procesos de crecimiento en la demanda deben ir acompañados por crecimientos paralelos, sostenidos y proyectados de la oferta.

Un factor importante por definir es la viabilidad institucional, económica y de logística que debe generar el sector público, el sector privado, los gremios y el mercado para acompañar este proceso de crecimiento productivo y sostenido de la comunidad.

MARCO ESTRATÉGICO

Misión:

Definir un sistema de producción, mercadeo y comercialización de frutos promisorios de la Amazonia colombiana que sea económicamente rentable, enmarcado en el concepto de desarrollo sostenible y en la búsqueda de un desarrollo en el bienestar y calidad de vida de la comunidad.

Visión:

Definir un sistema de costeo de producción; un canal de comercialización estable, rentable y sostenido; un sistema de promoción que permita el conocimiento de las ventajas comparativas de los frutos a los clientes potenciales; un sistema de fortalecimiento del mercado local y regional y un plan de acción que permita incursionar en el mercado Nacional e Internacional.

Objetivo:

Planear y ejecutar la concepción del negocio, fijación de precio, promoción, distribución y venta de frutos exóticos de la Amazonia, dando lugar a la satisfacción de necesidades de la comunidad. Promocionar y comercializar los frutos exóticos de la Amazonia, evitando generar falsas expectativas de alternativas en productos.

Estructura actual del sistema productivo del Departamento de Caquetá - DOFA

- **Debilidades:**
 - Sistema cultural orientado hacia el apoyo gubernamental para lograr el desarrollo.
 - Estructura social definida dentro de un conflicto armado que cuenta ya con una larga trayectoria.
 - El incremento de los cultivos ilícitos y las costumbres que este proceso ha generado.
 - Distancia de grandes centros urbanos, frágil infraestructura vial y de transporte.
 - Vocación ganadera.
 - Desconocimiento generalizado del potencial de los frutales amazónicos.
 - Falta documentar y analizar la poca información existente por parte de los productores.
- **Oportunidades:**
 - Definir un mercado potencialmente estable y creciente a nivel nacional e internacional.
 - Desplazar la adquisición de frutos alternativos.
 - Convocar apoyos institucionales y privados a través de la venta de conceptos de desarrollo sostenible de la región amazónica como una muestra de voluntad para el desarrollo.
 - Oportunidad de acceder a mercados verdes y biocomercio sostenible.
 - Posibilidad de acceder recursos del Plan Colombia.
- **Fortalezas:**
 - Desarrollo tecnológico de los productos.
 - Posibilidad de generar procesos productivos de fincas integrales.
 - Comercialización de productos transformados.
 - Conocimiento científico y apoyo logístico para transformados.
 - La posibilidad de ofrecer productos exóticos.
 - Capacitación recibida por parte del productor a través de diferentes instituciones.
 - Interés institucional y comunitario en desarrollo productivo integral.
 - Su establecimiento se puede realizar en asocio con otros cultivos o formando parte de un sistema agroforestal en el cual se pueden establecer especies de corto y largo plazo.
- **Amenazas:**
 - Desarrollo del conflicto armado y el proceso de paz.
 - Posicionamiento de frutas tradicionales.
 - Costos de operación elevados por el poco desarrollo regional.
 - La fragilidad de los suelos requiere un manejo técnico adecuado en el corto plazo.

1.4. COMPOSICIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA EL MERCADERO DE FRUTOS PROMISORIOS DE LA AMAZONIA COLOMBIANA - DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ: ARAZÁ, COCONA Y PIÑA NATIVA c.v. INDIA

1. La primera parte del plan estratégico deberá describir el tamaño, estructura y comportamiento del mercado objetivo; el sistema planeado para la producción y las ventas; la participación en el mercado y las utilidades meta que se pretenden en el corto plazo.

Como premisa inicial se puede definir que el mercado objetivo inicial para estos frutos será el 100% de la población de Florencia (Caquetá) que periódicamente compra frutos para la preparación de jugos y consumo en fresco, encontrando estos productos en puntos claves como los Supermercados, tiendas y la galería (plaza de mercado); el precio hará parte del desarrollo de un mercadeo competitivo que permita desplazar el consumo de los frutos tradicionales que se pueden considerar sustitutos; en todo caso, el proceso de pos-cosecha debe ser administrado con gran atención y cuidado para presentar un producto con características óptimas de color, olor y textura; como componente adicional el posicionamiento deberá hacerse énfasis en la utilización de tecnologías limpias, los mercados verdes y el biocomercio y los beneficios sociales en cuanto a la política de sustitución de cultivos ilícitos y la generación de ingresos que brinden crecimiento económico para la región amazónica; conjuntamente como componente estratégico se deben vender los beneficios nutricionales de los frutos y el desarrollo de sistemas asociativos de mercadeo, con el fin de generar una competencia sólida que canalice los beneficios de la asociación y reduzca las desventajas que tiene el productor al asistir al mercado de manera individual.

El objetivo inicial será vender 100% de fruto en fresco con un cubrimiento como mínimo del 5% del mercado y generando utilidades del 20% por encima del punto de equilibrio para el primer año; lo anterior considerando volúmenes máximos de producción.

El trabajo integrado debe estar encaminado a satisfacer clientes líderes en opinión, quienes serán útiles en anunciar los beneficios y satisfacciones del consumo de los frutos a otros compradores potenciales. En todo caso, es claro que el proceso de mercadeo debe apuntar estratégicamente a usuarios importantes que están representados en los consumidores permanentes de frutos, esto señala un parámetro de promoción y distribución en aquellos puntos en los cuales el consumidor realiza sus compras de alimentos perecederos.

Adicionalmente, se debe contar con los expendios de jugos de la ciudad de Florencia para promocionar el consumo en estos puntos que brindan continuidad de distribución.

Dentro del proceso de comunicación para la promoción y mercadeo es importante resaltar los siguientes factores:

- a. Este proceso hace parte del concepto de desarrollo sostenible que identifica la satisfacción de necesidades básicas de la comunidad actual, garantizando a las futuras generaciones la conservación de los recursos naturales.
- b. Producción limpia al no utilizar insumos contaminantes.
- c. Desarrollo económico y social que hace parte del plan nacional de sustitución de cultivos ilícitos.
- d. Forma parte del concepto actual de biocomercio y mercados verdes.

e. Identificar claramente los beneficios nutricionales.

Para el caso del mercado Nacional debemos tener en cuenta que estos productos son novedosos y cuentan con una gran expectativa de consumo, por ello, es importante desarrollar procesos de mercadeo encaminados a los consumidores innovadores, estos son aquellos que cuentan con una predisposición natural a probar nuevos productos.

Este proceso debe contemplar la venta de las características naturales de los productos, por ejemplo el arazá cuenta con una textura y un olor muy agradable, lo que puede conllevar al consumo de sus jugos y derivados. Es importante contar con un proceso claro y sencillo de comunicación para enseñar a preparar los jugos.

En el caso de la piña nativa c.v. India el bajo nivel de acidez, el olor y la presentación para consumo en fresco son elementos que se deben vender como ventajas comparativas del fruto.

Estas características son ventajas que afectan favorablemente la velocidad de adopción de las frutas y su consecuente aceptación.

2. Determinación del precio que se planea asignar a los frutos para su comercialización en fresco, la estrategia de distribución y el presupuesto para el desarrollo del mercado y la publicidad para el periodo inicial de comercialización.

Como premisas de desarrollo en este punto, el precio de los frutos deberá contemplar el cubrimiento del 100% de los costos de producción y mantenerse dentro del promedio de los frutos sustitutos, de tal manera que brinde la oportunidad de generar beneficios mínimos con el fin de hacer rentable y atractivo el negocio. Los frutos de arazá deberán ofrecerse en fresco en bandejas de no más de 2 hileras, en función de brindar un manejo poscosecha adecuado y así evitar al máximo el daño y las pérdidas por causas mecánicas.

Como estrategia de distribución para el caso de la piña nativa, el mercadeo asociativo se observa como una alternativa fortalecida y rentable tanto para el consumidor como para el productor. La promoción y mercadeo deberá desarrollarse como mínimo por un periodo de 6 meses para posicionarse en el mercado local y regional, debiendo invertirse una suma adecuada en seguimiento e investigación de mercados para auditar tiendas, supermercados y distribuidores en la galería, a fin de vigilar la reacción y comportamiento del mercado y los índices de compra; vale la pena resaltar que por la estructuración actual del mercado local y regional, esta actividad se puede realizar de una manera eficiente y a un costo razonable y mínimo teniendo en cuenta los beneficios que puede aportar.

Inicialmente y como estrategia de relanzamiento se puede definir una promoción para el consumidor, de tal manera que brinde la oportunidad de desplazar productos sustitutos y garantice una buena rotación del producto, lo cual revertirá en un posible crecimiento de las utilidades.

Como estrategia de desarrollo inmediato, el Plan Colombia podrá brindar aportes beneficiosos para el desarrollo de estos productos y su comercialización, ya que como concepto encaja perfectamente dentro de los objetivos contemplados en este Plan de Desarrollo.

Se deberá distribuir muestras y degustaciones gratuitas en sitios y eventos estratégicos de la ciudad de Florencia inicialmente.

La comercialización de pulpas deberá contar con los parámetros definidos en el decreto 3075 de 1997 y la Norma Técnica Colombiana NTC 512 - 1. Su mercadeo deberá contemplar un diseño y presentación adecuada del empaque, de tal manera que sea llamativo y diferente a las demás presentaciones que actualmente se presentan en el mercado.

3. La tercera parte del plan estratégico describe las metas de ventas y utilidades para el mediano plazo. Esta parte estará acompañada de una visión programada de la proyección de siembras nuevas, ciclos y periodos de producción.

Las premisas definidas apuntan a que los ciclos de producción deberán estar adecuadamente programados, sobre todo en los casos de la piña y el arazá, casos en los cuales la producción requiere de tiempos más largos; en contraste, la cocona por ser un fruto de manejo de corto plazo facilita su proceso y brinda una gran flexibilidad de producción.

El desarrollo de la programación deberá definir el crecimiento anual del mercado con un incremento mínimo del 5% por cada vigencia hasta alcanzar entre el 15% y 20% del mercado de frutos en los supermercados, tiendas y Galería. Asimismo, reflejará el ingreso a mercados próximos como el de la ciudad de Neiva, generando una penetración del 10% del mercado potencial a través de supermercados y por medio de la oferta de frutos en fresco y pulpas.

En todo caso, el desarrollo del sistema de producción estará acompañado de las instituciones técnicas establecidas en la zona con el fin de diseñar y programar la estructuración de sistemas integrales de producción de manera que se pueda brindar alternativas económicas de sostenibilidad familiar.

El crecimiento del mercado para el mediano plazo brindará la oportunidad de generar utilidades que se aproximen a un 40% en promedio anual por encima del punto de equilibrio y una asignación constante de recursos para publicidad y mercadeo que participen como mínimo en un 20% del total de los costos de producción.

Adicionalmente, es importante definir que los procesos agroindustriales de producción y comercialización de los frutos y sus derivados es mejor desarrollarlos en pequeñas empresas generando desarrollos individuales con esfuerzos colectivos en organización, administración y mercadeo, de tal manera que se garanticen beneficios sociales distribuidos.

1.5. CARACTERÍSTICAS ACTUALES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

ARAZÁ

A ctualmente son dos (2) los productores que generan el 90% de la producción de esta fruta en el Departamento del Caquetá, de los cuales, uno cuenta con un monocultivo y otro con 1800 plantas en una finca integral con cultivos pancoger, especies maderables, ganadería y piscicultura. En total estos productores cuentan con 3 hectáreas sembradas.

Estos dos productores cuentan con plantas que oscilan entre los cinco y ocho años, edad considerada como la de mayor volumen de producción, que actualmente registran ciclos que permiten, en su máxima expresión, generar aproximadamente entre 5 y 6 toneladas mensuales.

Es importante mencionar que estos productores no aplican ningún sistema de información financiera que permita identificar costos de producción, generándose un sistema de

valoración de acuerdo con los precios de venta que manejan otros tipos de fruta como el lulo y maracuyá buscando ubicarse dentro de precios estándares de estos productos.

Estos productores cuentan ya con un sistema más o menos organizado para producir pulpa de arazá, aunque el sistema de comercialización y los canales de comercialización los han desarrollado por un sistema de aciertos y errores, lo cual no necesariamente define que sea un proceso erróneo, sino que muestra la aplicación de sistemas empíricos. Es de resaltar que estos productores no cuentan tampoco con un sistema de registros que permita efectuar un seguimiento financiero y facilite realizar algún tipo de proyección.

Actualmente la producción esta siendo asimilada por el mercado local del Municipio de Florencia, sin que este fruto cuenta con un posicionamiento sistemático, es más no toda la población potencial lo conoce.

A pesar de contar con el conocimiento científico de cual es el momento más indicado para ejecutar la recolección del fruto, esta actividad se ejecuta en distintas épocas de madurez, lo cual se convierte en una dificultad para generar un proceso de comercialización estructurado dadas las condiciones físico-químicas del producto y su delicadeza.

El sistema de transporte no cuenta con condiciones favorables para el mantenimiento del producto, lo que eleva considerablemente la perdida por maltrato.

De manera experimental se están desarrollando productos como el néctar de arazá, el cual cuenta con una producción limitada y dos puntos de venta.

Una de las primeras consideraciones esta en generar procesos de comercialización y promoción en la ciudad de Florencia, con el fin de posicionar el arazá en este mercado local.

Como estrategia de mercadeo a futuro, se puede definir la posibilidad de realizar pruebas selectivas en puntos de venta de almacenes de cadena o Hipermercados, con el fin de identificar posibilidades claras de consumo a través de degustaciones, encuestas, presentaciones, productos transformados y promociones de introducciones al mercado Nacional.

En todo caso es importante resaltar que la producción actual permite identificar y programar actividades de mercadeo locales y regionales, y que la expansión en consumo deberá ir acompañada de una producción programada, de tal manera que se generen expectativas ciertas y valederas, teniendo cuidado en garantizar ingresos a la comunidad productora.

Debemos destacar la viabilidad técnica y el soporte logístico que esta desarrollando el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI' en la estructuración de una planta de producción que permitirá generar transformados.

Las actividades generadas por CORPOICA en la producción de pulpa, néctares y mermelada han estructurado un sistema local de mercadeo, el cual a pesar de ser sencillo ha permitido identificar grandes avances en el sistema de rotación de los productos, su precio de venta y su presentación, entre otros.

COCONA

La principal producción de cocona se encuentra en el Centro de Investigación MACAGUAL de CORPOICA; allí cuentan con una producción acumulada para la actual vigencia de 4.259 kg, registrándose el mayor nivel en el mes de Febrero con una participación del 42% del total.

Se estima que el área sembrada puede estar alrededor de tres (3) hectáreas para el Departamento de Caquetá.

La planta produce mensualmente 10.000 unidades de néctar y 24 cajas de mermelada de 12 unidades cada una.

Estos productos son comercializados a través de el YEP, almacén de cadena que también comercializa frutos frescos de cocona y arazá. Estos productos son dispuestos de manera irregular, comparados con los sustitutos, pues son ubicados sin información para el consumidor.

De todas maneras es fácil observar que el producto de mayor aceptación en el mercado es el arazá, debido a su sabor, textura y aroma.

PIÑA NATIVA C.V. INDIA

Este fruto, al igual que el arazá, puede tener grandes posibilidades de aceptación en el mercado, siempre y cuando se logren unas mejores condiciones de transporte, una adecuada manipulación, una campaña de introducción y promoción y la identificación de un consumidor estable a futuro.

Es curioso ver como el mercado de este producto es manejado de manera casi que unilateral por unos pocos comerciantes, los cuales fijan precios de compra a libre albedrío y cuentan con un sistema de venta al menudeo que genera ingresos superiores al 300%, convirtiéndose de esta manera en el único beneficiado. El mercado al menudeo hace parte de una cultura de comercio informal y su distribución es atendida solamente por este sistema.

Los precios pueden oscilar entre \$50.000 por carga en épocas de alta producción hasta \$100.000 por carga cuando esta decae; aunque estos precios se ven afectados por consideraciones particulares y unilaterales de los comerciantes ubicados en la Galería.

La carga esta definida por dos (2) bultos de 25 Unidades cada una.

La producción de este fruto no se encuentra bien definida, existe una agrupación que abarca a quince (15) campesinos, ASOPICA, los cuales se encuentran tratando de organizarse con el fin de generar unos mayores beneficios para los asociados. Sin embargo, esta asociación no ha logrado consolidar ninguna actividad o programa de acción.

La producción requiere ciclos demorados, lo cual implica realizar una programación detallada y veraz, de tal manera que se pueda conocer ciclos de mercadeo, calidad y oportunidad del negocio.

Los productores se encuentran ubicados en zonas rurales alejadas de pequeños centros urbanos, lo cual implica un costo de transporte en mula y automotor.

SISTEMA ACTUAL DE PRODUCCIÓN Y MERCADEO

Como primera instancia, y luego de conocer el estado actual de producción y mercadeo, debemos documentar el actual sistema de producción, contar con un inventario de áreas sembradas, propietarios, condiciones generales de producción, volúmenes históricos y esperados de producción, sistema actual de mercadeo, precios de venta, compradores, medios de transporte, sistemas de empaque y costos de producción.

En los costos de producción debemos señalar que ninguno de los actuales productores cuenta con un sistema de costeo que le permita identificar la rentabilidad del negocio o alternativas de reducción en costos.

Aquí es de suma importancia definir que los costos de investigación no serán contabilizados al proyecto de mercadeo rentable, ya que dichos costos se asumirán como contribución estatal al desarrollo de la región; es aquí donde empezamos a construir el puente entre avance científico y desarrollo social

Esta primera etapa estará desarrollada a través de una encuesta previamente diseñada y aplicada de manera particular a los productores más representativos y conocidos del Departamento de Caquetá.

DEFINICIÓN DETALLADA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y OFERTA

El estudio de los costos de producción deberá realizarse de manera particular con los productores más representativos, haciendo extensivo a los futuros productores un sistema financiero y estandarizado.

Esta actividad incluye definir los siguientes factores para la producción de frutas.

- a. Costo de uso de la tierra por hectárea, promedio de uso por producto por hectárea.
- b. Costo de mano de obra.
- c. Costo de fertilizantes y abonos.
- d. Costo de transporte en el sistema actual de mercadeo y proyecciones para costo de transporte al mercado nacional.
- e. Costo del sistema actual de empaque y definición del sistema más económico y favorable para contar con un producto de calidad para ofrecer en el mercado.
- f. Costos actuales de promoción y proyección de costos para promocionar el producto.
- g. Valoración de costos actuales por pérdida del producto.
- h. Definición y valoración de gastos administrativos.
- i. En cuanto a la oferta debemos definir: Ciclos de producción, edad de cultivos actuales, valoración actual de la producción total y proyección de la producción con los actuales cultivos.

Paralelamente, definiremos los costos de los productos transformados que actualmente se generan, como son néctares, mermeladas, pulpa y cócteles.

MERCADEO

Como premisa de mercadeo debemos definir que el consumidor favorecerá productos que estén amplia y continuamente disponibles a un costo razonable y competitivo y con conocimiento general de beneficios paralelos por consumo. Asimismo, es importante mencionar que el proceso de venta, deberá estar permanente acompañado de esfuerzos de venta y promoción, por lo menos hasta que el producto haga parte de los hábitos

de compra del consumidor. La principal labor será generar clientes y mantenerlos en un sistema de mercadeo competitivo.

Considero que como estrategia de ampliación de mercados, se deben definir dos parámetros a saber:

- a. Posicionamiento de los productos en el mercado regional y local.
- b. Incursión de prueba y estudio de mercadeo en el mercado nacional a través de una promoción de expectativa.

En el mercado actual deberemos definir:

- a. Ley 118 de 1994 – Asohofrucol.
- b. Cuantificación y calificación del cliente.
- c. Número de veces de compra por un periodo de tiempo determinado.
- d. Nivel de ingresos del comprador.
- e. Factores que intervienen en la decisión de compra: cultura, productos substitutivos, precio, presentación, promoción, conocimiento del producto y sabor, aroma, textura.

Como método para medir las preferencias de los consumidores podemos aplicar el sistema de evaluación monádica, en el cual se solicita al consumidor evaluar su agrado por el arazá, la cocona y la piña nativa.

Para esto utilizaremos una escala de siete (7) puntos, con diferentes niveles de agrado y desagrado.

1	2	3	4	5	6	7
Desagrado grave	Desagrado	Desagrado leve	Indiferente	Agrado leve	Agrado	Agrado intenso

La cantidad de pruebas de mercadeo esta directamente ligada al costo de su ejecución, que para el caso del mercadeo local puede ser relativamente económico dada la estructura actual del mercado local en la ciudad de Florencia.

1.6. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD PARA LA PIÑA NATIVA

PRODUCTIVIDAD TOTAL

Resultado del estudio se encontró una productividad de 1.16, la cual señala que para los próximos 16 meses por cada peso invertido en el cultivo, cosecha y comercialización de la piña nativa, se obtendrán \$1.16; es decir, que la combinación de los diferentes factores permitirán recuperar la inversión y, además, generará al desarrollo del negocio \$0.16 por cada peso invertido.

Al determinar este análisis de acuerdo con la producción esperada y los ingresos esperados para las vigencias del 2000 y 2001 encontramos los siguientes resultados:

VIGENCIA	Productividad mínima	Productividad máxima	Productividad
2000	0,50	1,58	0.84
2001	0,65	1,58	1.0

Productividad esperada por vigencia para PIÑA NATIVA c.v. INDIA

Producción, unidades, costo total, ingreso y productividad esperadas

Mes	Unidades	Costo total	Ingreso	Productividad
Dic-00	4.000	2.712.000	2.000.000	0,74
Dic-00	4.000	2.082.000	2.000.000	0,96
Dic-00	5.000	2.310.000	2.500.000	1,08
Dic-00	3.000	3.024.000	1.500.000	0,50
Dic-00	10.000	3.450.000	5.000.000	1,45
Dic-00	3.000	3.024.000	1.500.000	0,50
Dic-00	12.000	6.096.000	6.000.000	0,98
Dic-00	3.000	1.704.000	1.500.000	0,88
Dic-00	3.000	1.584.000	1.500.000	0,95
Dic-00	4.000	2.992.000	2.000.000	0,67
Dic-00	2.500	1.830.000	1.250.000	0,68
Dic-00	2.000	1.230.000	1.000.000	0,81
Dic-00	3.000	1.584.000	1.500.000	0,95
Dic-00	2.500	790.000	1.250.000	1,58
Dic-00	3.000	1.704.000	1.500.000	0,88
Dic-00	5.000	3.840.000	2.500.000	0,65
Dic-00	2.000	1.316.000	1.000.000	0,76
Dic-00	1.500	1.197.000	750.000	0,63
TOTAL 00	74.500	44.325.000	37.250.000	0,84
Jul-01	8.000	4.524.000	4.000.000	0,88
Jul-01	6.000	3.168.000	3.000.000	0,95
Dic-01	4.000	2.082.000	2.000.000	0,96
Dic-01	4.000	2.082.000	2.000.000	0,96
Dic-01	10.000	3.450.000	5.000.000	1,45
Dic-01	2.000	776.000	1.000.000	1,29
Dic-01	12.000	6.096.000	6.000.000	0,98
Dic-01	4.000	2.002.000	2.000.000	1,00
Feb-01	8.000	2.834.000	4.000.000	1,41

Productividad esperada por vigencia para PIÑA NATIVA c.v. INDIA

Producción, unidades, costo total, ingreso y productividad esperadas

Mes	Unidades	Costo total	Ingreso	Productividad
Dic-01	3.000	1.704.000	1.500.000	0,88
Dic-01	2.000	1.356.000	1.000.000	0,74
Dic-01	4.000	2.992.000	2.000.000	0,67
May-01	5.000	1.914.000	2.500.000	1,31
Jun-01	5.000	1.914.000	2.500.000	1,31
Dic-02	1.500	1.242.000	750.000	0,60
Dic-01	2.500	790.000	1.250.000	1,58
Dic-01	3.000	1.704.000	1.500.000	0,88
Dic-01	5.000	3.840.000	2.500.000	0,65
Dic-01	2.000	1.316.000	1.000.000	0,76
Dic-01	4.000	1.692.000	2.000.000	1,18
TOTAL	95.000	47.478.000	47.500.000	1,00

PUNTO DE EQUILIBRIO

Para desarrollar este indicador podemos considerar como costo fijo el 40% del costo total de Mano de Obra, debido a que en la valoración establecida están cubiertos los ingresos fijos del productor y el restante hace parte de la contratación de Mano de Obra de acuerdo con la producción.

$$\text{Costo Unitario Variable} = 50.950.200 / 169.500 = 300,59$$

$$\text{Punto Equilibrio} = 21.880.800 / (500 - 300,59) = 109.724 \text{ unidades}$$

Al realizar el análisis particular del punto de equilibrio para cada uno de los productores encuestados, se aprecia una gran diferencia en la determinación del Costo Unitario Variable y, por tanto, en el punto de equilibrio; por ejemplo, el menor nivel de producción que representa el punto de equilibrio es de 311 unidades que cuentan con un costo unitario variable de \$152.8 y el mayor es de 28.800 unidades con un costo unitario variable de \$520.

De acuerdo con lo anterior, se puede definir como actividad estratégica inmediata, la estandarización y racionalización del sistema de producción, con el fin de unificar criterios técnicos y económicos que permitan consolidar la producción y mercadeo de la piña; esta labor deberá estar liderada por ASOPICA en compañía del Instituto SINCHI como investigador y conocedor de sistemas técnicos de producción mejorados.

Como análisis complementario del punto de equilibrio de la producción de piña, se encuentra que por cada \$100 que se incrementa el precio de venta, el volumen de producción de equilibrio se disminuye en algunos casos en más del 50%; esto representa que el precio, como factor de movilidad y variación, repercute más que proporcionalmente en el comportamiento productivo de la piña.

Dado lo anterior es previsible definir que la producción, cosecha y mercadeo de la piña nativa es un negocio rentable que puede lograr índices bajos de costos de producción y que

dadas sus condiciones casi silvestres de producción es un producto con gran potencial de desarrollo para entrar a los mercados verdes.

La estructuración de ASOPICA es un elemento clave en el crecimiento de la producción y consolidación del mercadeo local y regional para el corto plazo; su labor debe centrarse inicialmente en la implantación del canal propio de comercialización a través de puntos de venta del fruto en fresco en la ciudad de Florencia, el ofrecimiento a los supermercados locales y la distribución en la Galería.

Productividad esperada por vigencia para PIÑA NATIVA c.v. INDIA

Producción, unidades, costo total, ingreso y productividad esperadas

Productividad esperada con precio de \$800

Mes	Unidades	Costo total	Ingreso	Productividad
Dic-00	4.000	2712000	3.200.000	1,18
Dic-00	4.000	2082000	3.200.000	1,54
Dic-00	5.000	2310000	4.000.000	1,73
Dic-00	3.000	3024000	2.400.000	0,79
Dic-00	10.000	3450000	8.000.000	2,32
Dic-00	3.000	3024000	2.400.000	0,79
Dic-00	12.000	6096000	9.600.000	1,57
Dic-00	3.000	1704000	2.400.000	1,41
Dic-00	2.000	1856000	1.600.000	0,86
Dic-00	3.000	1584000	2.400.000	1,52
Dic-00	4.000	2992000	3.200.000	1,07
Dic-00	2.500	1830000	2.000.000	1,09
Dic-00	2.000	1230000	1.600.000	1,30
Dic-00	3.000	1584000	2.400.000	1,52
Dic-00	2.500	790000	2.000.000	2,53
Dic-00	3.000	1704000	2.400.000	1,41
Dic-00	5.000	3840000	4.000.000	1,04
Dic-00	2.000	1316000	1.600.000	1,22
Dic-00	1.500	1197000	1.200.000	1,00
TOTAL 2000	74.500	44.325.000	59.600.000	1,34
Jul-01	8.000	4524000	6400000	1,41
Jul-01	6.000	3168000	4800000	1,52
Dic-01	4.000	2082000	3200000	1,54
Dic-01	4.000	2082000	3200000	1,54
Dic-01	10.000	3450000	8000000	2,32
Dic-01	2.000	776000	1600000	2,06
Dic-01	12.000	6096000	9600000	1,57
Dic-01	4.000	2002000	3200000	1,60
Feb-01	8.000	2834000	6400000	2,26
Dic-01	3.000	1704000	2400000	1,41

Productividad esperada por vigencia para PIÑA NATIVA c.v. INDIA

Producción, unidades, costo total, ingreso y productividad esperadas

Productividad esperada con precio de \$800

Mes	Unidades	Costo total	Ingreso	Productividad
Dic-01	2.000	1356000	1600000	1,18
Dic-01	4.000	2992000	3200000	1,07
May-01	5.000	1914000	4000000	2,09
Jun-02	5.000	1914000	4000000	2,09
Dic-01	1.500	1242000	1200000	0,97
Dic-01	2.500	790000	2000000	2,53
Dic-01	3.000	1704000	2400000	1,41
Dic-01	5.000	3840000	4000000	1,04
Dic-01	2.000	1316000	1600000	1,22
Dic-01	4.000	1692000	3200000	1,89
TOTAL	95.000	47.478.000	76.000.000	1,60

1.7. ANÁLISIS BÁSICO ENCUESTA PRODUCTORES PIÑA NATIVA c.v. INDIA

En total se encuestaron 22 productores, de los cuales el 95% están localizados en la ciudad de Florencia; la producción esperada se encuentra definida para los meses de Diciembre del 2000 y Diciembre del 2001 con un total de 209,300 plantas en un área total de 29.5 hectáreas.

En este sentido, falta definir la concordancia de las edades de los cultivos con la producción esperada, esto permitirá cuantificar de una manera real los topes máximos de cosecha y los periodos de ocurrencia; adicionalmente este se convertirá en un factor fundamental para la fijación de precios por encima del precio de equilibrio.

En términos generales se espera obtener 169,500 unidades, contando con una pérdida por manejo de cosecha y poscosecha equivalente al 19% de lo sembrado.

El menor número de jornales para producir 1000 unidades es de 6 con el productor No. 18 y el mayor de 43.3 con el productor No. 5; el promedio de número de jornales para producir 1000 unidades es de 19.89 lo que, de acuerdo con el valor estándar de \$18.000 por jornal, significa que el costo total para producir estas unidades es de \$358.020, cifra que equivale aproximadamente a un (1) mes de trabajo sobre la base de la información recibida.

Adicionalmente se puede mencionar que el total del costo de mano de obra (\$54.720.000) representa el 75% de los costos totales de producción (\$84.750.000). Es muy importante poder estandarizar los costos de la mano de obra, puesto que se convierten en el factor más importante para programar un análisis de reducción de costos de producción.

De manera complementaria se debe profundizar si el valor aplicado corresponde a un 100% a la producción de piña o si, por el contrario, el valor señalado es aplicable a fincas integrales que cuentan con la producción de otras especies.

El precio de equilibrio máximo es de \$888 por unidad para el productor No. 7 y el mínimo es de \$196 para el productor No. 18; es fundamental analizar las razones por las cuales el productor No. 7 requiere de 130 jornales para producir 3.000 unidades y el productor No. 18 utiliza solamente 15 jornales para producir 2.500 unidades.

Como resultado final se puede mencionar que para el total de productores el precio de equilibrio promedio es de \$472.7 por unidad.

A manera de complemento al análisis de los costos, se determinó que el costo del empaque es considerablemente alto, si se tiene en cuenta que se usan costales de fique; asimismo, cuenta con unas variaciones del 900%. Este costo para los productores No. 9, 11 y 14 es de apenas \$4, mientras, que para los productores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 15, 16, 17 y 20 es de \$60.

El costo de transporte por unidad es de \$48 para el 86% de los productores y se realiza en vehículos.

Los costos de mano de obra, empaque y transporte pueden ser reducidos a niveles más económicos, de tal manera que se conviertan en gestores de utilidades monetarias.

Finalmente encontramos que el 100% de la producción es vendida en la Galería, lo cual refleja lo mencionado anteriormente con relación al Monoposio existente en este mercado, este factor se convierte en un elemento exógeno para los productores y hace que el mercado de esta fruta no cuente con parámetros más eficientes de comercialización y no posea mayor rentabilidad, tanto para el productor como para el consumidor final. Es aquí donde ASOPICA debe entrar a considerar la ejecución de acciones que sirvan para generar un mercado rentable.

Entre las acciones que se pueden definir se encuentran las de diseñar centros de acopio ágiles para el mercadeo y estructurar canales de comercialización rápidos y rentables que permitan la implementación de puntos de venta formales y faciliten el acceso a los supermercados de la ciudad de Florencia.

1.8. COMPOSICIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA EL MERCADEO DE PIÑA NATIVA, FRUTO PROMISORIO DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

1. La primera parte del plan estratégico deberá describir el tamaño, estructura y comportamiento del mercado objetivo; el sistema planeado para la producción y las ventas; la participación en el mercado y las utilidades meta que se pretenden en el corto plazo.

Como premisa inicial podemos definir que el mercado objetivo inicial para estos frutos será el 100% de la población de Florencia (Caquetá) que periódicamente compra frutos para el consumo en fresco en la galería, supermercados y puestos informales de comercialización ubicados en la ciudad de Florencia. El precio hará parte del desarrollo de un mercadeo competitivo que permita desplazar el consumo de frutos tradicionales que se pueden

considerar sustitutos, adicionalmente es importante que el precio no solo sea fijado por el intermediario, ya que este utiliza parámetros personalizados que no garantizan un precio adecuado y estable para la piña.

En este sentido y como acción estratégica, ASOPICA debe establecer un mecanismo de distribución al consumidor final sin que intervenga el intermediario, agente que obtiene los mayores beneficios económicos. Para esto, se debe estructurar una cadena de comercialización similar a la actual, con puntos de venta bien ubicados y con una presentación especial tanto del producto como del punto de venta, obviamente, deberá contar con los permisos municipales del caso.

Este factor se convierte así en un generador de empleo y en un mejor sistema de comercialización, puesto que si las condiciones de mercadeo permanecen constantes el productor puede recibir ingresos superiores al 200%; aunque si se quiere consolidar el mercado en la ciudad de Florencia se pueden trasladar beneficios al consumidor al ofrecerlo a un precio más favorable.

El proceso de poscosecha debe ser administrado con gran atención y cuidado para presentar un producto con características óptimas de color, olor y textura; juntamente como componente estratégico se deben vender los beneficios nutricionales de la piña nativa.

El objetivo inicial será vender 74,500 unidades provenientes de la cosecha programada para Diciembre del 2000, con un cubrimiento como mínimo del 80% del mercado de Florencia y una utilidad del 20%, la cual es alcanzada con un precio de \$600.

Es importante observar que por cada \$100 que se incrementa el precio para consumo en fresco, la productividad crece en promedio un 20.5% para el primer año y un 25.5% para el segundo año.

El trabajo integrado debe estar encaminado a satisfacer clientes líderes en opinión, quienes serán útiles en anunciar los beneficios y satisfacciones del consumo del fruto a otros compradores potenciales. Es claro que el proceso de mercadeo debe apuntar estratégicamente a usuarios importantes que están representados en los consumidores permanentes de frutos, esto nos señala un parámetro de promoción y distribución en aquellos puntos en los cuales el consumidor realiza sus compras de alimentos perecederos.

Adicionalmente debemos contar con los expendios de jugos de la ciudad de Florencia para promocionar el consumo en estos puntos que brindan continuidad de distribución.

Es importante, dentro del proceso de comunicación para la promoción y mercadeo, resaltar los siguientes factores:

- a. Este proceso hace parte del concepto de desarrollo sostenible que identifica la satisfacción de necesidades básicas de la comunidad actual garantizando a las futuras generaciones la conservación de los recursos naturales.
- b. Producción limpia al no utilizar insumos contaminantes.
- c. Forma parte del concepto actual de Biocomercio y mercados verdes.

Para el caso del mercado Nacional se debe tener en cuenta que este producto es novedoso y cuenta con una gran expectativa de consumo, es importante desarrollar procesos de mercadeo encaminados a los consumidores innovadores, estos son aquellos que cuentan con una predisposición natural a probar nuevos productos.

En el caso de la piña nativa, el bajo nivel de acidez, el olor y la presentación para consumo en fresco son elementos que se deben vender como ventajas comparativas del fruto. Estas características constituyen ventajas que afectan favorablemente la velocidad de adopción de las frutas y la consecuente aceptación.

Finalmente el conocimiento técnico de la piña permitirá definir procesos de manipulación para generar derivados; estos productos pueden representar un mercado potencial en el mediano y corto plazo dadas las condiciones más favorables de durabilidad del producto.

En el corto plazo, y paralelo al desarrollo del mercado local de la ciudad de Florencia, se debe presentar el producto en el mercado de la ciudad de Neiva, escenario que servirá de trampolín para desarrollar el mercado Nacional.

El factor transporte se convierte en un elemento crítico para el crecimiento del mercado debido a las condiciones de las vías, las distancias que se deben recorrer y las características técnicas requeridas para transportar productos que como este son altamente perecederos.

2. Determinación del precio que se planea asignar, estrategia de distribución y presupuesto para el desarrollo del mercado y la publicidad para el periodo inicial de comercialización.

El precio deberá contemplar el cubrimiento del 100% de los costos de producción y mantenerse dentro del promedio de los frutos sustitutos, de tal manera que brinde la oportunidad de generar beneficios mínimos con el fin de hacer rentable y atractivo el negocio. En la definición de los indicadores de productividad, encontramos el comportamiento del sistema de producción según distintos niveles de precio para el productor.

Al desarrollar un sistema de mercadeo a través de ASOPICA y llevando el producto directamente al consumidor, se puede lograr un negocio rentable con precios cómodos y beneficiosos para el consumidor, quien obtiene el fruto a un menor costo.

Como estrategia de distribución para el caso de la piña nativa, el mercadeo asociativo se observa como una alternativa fortalecida y rentable tanto para el consumidor como para el productor. El proceso de promoción y mercadeo deberá desarrollarse como mínimo por un periodo de 6 meses para posicionarse en el mercado local y regional, debiendo invertirse una suma adecuada en seguimiento e investigación de mercados para auditar tiendas, supermercados y distribuidores en la galería, a fin de vigilar la reacción y comportamiento del mercado y los índices de compra. Producto de la estructuración actual del mercado local y regional, las actividades de seguimiento e investigación de mercados se pueden realizar de una manera eficiente y a un costo razonable, especialmente teniendo en cuenta los beneficios que puede aportar.

Los puntos de venta directos deben tener un diseño llamativo, este sistema tiene un costo similar al empleado actualmente, simplemente se utilizan los elementos de una manera más llamativa y mejor presentada, los colores que identifican la piña nativa y elementos auxiliares que favorecen la conservación. Como elemento adicional, se fijaran avisos emblemáticos e informativos de los beneficios por consumo y las ventajas comparativas respecto a frutos que pueden considerarse sustitutos.

Inicialmente y como estrategia de relanzamiento se puede definir una promoción para el consumidor, procurándose desplazar productos sustitutos y garantizar una buena rotación del producto, lo cual revertirá en un posible crecimiento de las utilidades.

Como estrategia de desarrollo inmediato, el Plan Colombia podrá brindar aportes beneficiosos para el desarrollo de estos productos y su comercialización, ya que como concepto encaja perfectamente dentro de los objetivos contemplados en este Plan de Desarrollo.

Se deberá distribuir muestras y degustaciones gratuitas en sitios y eventos estratégicos de la ciudad de Florencia; asimismo, inicialmente y en el corto plazo la ciudad de Neiva deberá ser el centro del desarrollo del producto.

Como estrategia de distribución se define la utilización de puntos de venta móviles ubicados adecuadamente en la ciudad de Florencia, dichos puntos estarán representados en vehículos manuales.

Los puntos de venta móviles contarán con información referente a:

- a. El producto, para esto se dispondrá de volantes y afiches que contengan la información básica de la piña, tal como, los compuestos químicos, los beneficios y el sistema de producción, haciendo énfasis en que esta libre de insumos químicos.
- b. El logotipo de la Asociación de Cultivadores de Piña del Caquetá 'ASOPICA'.
- c. El slogan "ALMÍBAR DE VIDA".
- d. Los logotipos o emblemas de las entidades públicas y privadas que quieran participar en el desarrollo integral del producto.
- e. Precio de venta por porción y por unidad.

Es muy importante contar con un sistema unificado y adecuado para la distribución del producto, el cual facilite el posicionamiento del consumo, sea llamativo para el comprador y consolide la organización comercial de ASOPICA.

El punto de venta móvil será operado por un empleado de ASOPICA, al cual se podrá cancelar un salario fijo más una comisión por venta, este sistema será factor motivante para su comercialización.

3. La tercera parte del plan estratégico describe las metas de ventas y utilidades para el mediano plazo. Esta parte estará acompañada de una visión programada de la proyección de siembras nuevas, ciclos y periodos de producción.

Las premisas definidas apuntan a que los ciclos de producción deberán estar adecuadamente programados, sobre todo en el caso de la piña y el arazá casos en los cuales la producción requiere de tiempos más largos, por su parte, la cocona por ser un fruto de manejo de corto plazo facilita su proceso y brinda una gran flexibilidad de producción.

El desarrollo de la programación deberá definir el crecimiento anual del mercado con un incremento mínimo del 5% por cada vigencia hasta alcanzar entre el 15% y 20% del mercado de frutos en los supermercados, tiendas y galería. Así mismo, reflejará el ingreso a mercados próximos como el de la ciudad de Neiva, generando una penetración del 10% del mercado potencial a través de la oferta de productos frescos y pulpas de frutas en supermercados.

En todo caso, el desarrollo del sistema de producción estará acompañado de las instituciones técnicas establecidas en la zona, con el fin de diseñar y programar la estructuración de sistemas integrales de producción de manera que se puedan brindar alternativas económicas de sostenibilidad familiar.

El crecimiento del mercado para el mediano plazo brindará la oportunidad de generar utilidades que se aproximen a un 40% en promedio anual por encima del punto de equilibrio y una asignación constante de recursos para publicidad y mercadeo de mínimo un 10% del total de los costos de producción.

Los procesos agroindustriales de producción y comercialización de los frutos y sus derivados se deben desarrollar en pequeñas empresas en función de generar desarrollos individuales mediante esfuerzos colectivos en organización, administración y mercadeo para garantizar beneficios sociales distribuidos.

1.9. MARCO LEGAL

DECRETO 3075 DE 1997 - REGLAMENTACIÓN DE CONDICIONES HIGIÉNICAS PARA PRODUCCIÓN, ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN, TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS TRANSFORMADOS DE ARAZÁ, COCONA Y PIÑA NATIVA

Actualmente se cuenta con estructuras empíricas, particulares y sencillas para la producción de néctares, mermeladas y cócteles de arazá y cocona; por su parte, la piña cuenta únicamente con sistemas de consumo como fruto en fresco.

En todo caso, estos frutos cuentan con un gran potencial para desarrollar productos agroindustriales novedosos que aporten desarrollo para la región y actualmente cuentan con una gran expectativa por parte de los productores.

Actualmente podemos encontrar literatura que identifica los principales usos y tecnologías aplicadas a la transformación de Frutales Amazónicos, entre los cuales encontramos almíbares, deshidratados, mermeladas, bocadillos, yogur, néctares, postres, mantecadas y panecillos, entre otros.

A. Edificación e instalaciones

Nos indica que estas deberán estar ubicadas fuera de cualquier foco de insalubridad que represente riesgos para la contaminación de alimentos, con accesos y alrededores limpios y libres de acumulación de basuras.

B. Diseño y construcción

Las instalaciones deben estar construidas de manera que se proteja el ambiente de producción, impida la entrada de cualquier agente contaminante y prevenga la formación de refugios de plagas; deben poseer una adecuada separación física y funcional de áreas de producción, con suficiente espacio de circulación de materiales y personas y según la secuencia lógica del sistema de producción, facilitando operaciones de aseo y con suficiente espacio para el almacenamiento del producto final.

C. Abastecimiento de agua

El agua utilizada debe ser de calidad potable, con una temperatura y presión adecuadas y debe contar con reservas suficientes para atender como mínimo las necesidades de un (1) día de producción.

Las tuberías elevadas no deben instalarse por encima de las líneas de producción.

D. Disposición de residuos

Se dispondrá de sistemas sanitarios adecuados para la recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales. de tal manera que se impida la contaminación de alimentos o superficies.

Los residuos sólidos deben ser removidos constantemente y disponerse de manera que se eliminen los malos olores y el refugio y alimento de animales y plagas; se debe contar con recipientes adecuados y mantenidos higiénicamente. Cuando se generen residuos sólidos de fácil descomposición, se debe disponer de sistemas refrigerados para el manejo previo a su disposición final.

E. Condiciones específicas para el área de producción

Los pisos deben ser construidos con materiales que no generen sustancias tóxicas, resistentes e impermeables; los pisos de áreas húmedas deben tener una inclinación mínima del 2% y un drenaje de 10 cm de diámetro por cada 40 metros cuadrados de área servida.

En las zonas de elaboración y envasado las paredes deben ser de material resistente, impermeable, no absorbente y de fácil limpieza y a una altura adecuada, las uniones deben estar selladas con acabados redondeados.

Los techos deben evitar la acumulación de suciedad, la condensación, la formación de mohos y hongos y deben ser de fácil limpieza.

Las ventanas deben evitar la acumulación de polvos, suciedades y facilitar la limpieza, aquellas que comuniquen con el exterior deben estar provistas con mallas anti-insectos.

Las puertas deben ser superficies lisas, no absorbentes y resistentes, con sistemas de ajuste automático; no deben existir puertas de acceso directo desde el exterior hasta las áreas de producción.

La iluminación natural o artificial debe ser suficiente y adecuada con calidad e intensidad óptima para la ejecución higiénica y efectiva de la producción.

Las áreas de producción deben contar con sistemas de ventilación directa e indirecta, las aperturas para circulación deben estar protegidas con mallas.

F. Equipos y utensilios

Deben estar fabricados con materiales resistentes al uso, corrosión y limpieza, sus áreas de contacto con el alimento deben ser inertes, bajo las condiciones de uso previstas, no absorbentes y de acabado liso. Las superficies de contacto directo no deben recubrirse con pinturas u otro tipo de material desprendible y deben estar construidas de manera que evite el contacto con el ambiente que lo rodea.

Los mesones deben tener superficies lisas con bordes sin aristas.

G. Personal manipulador

El personal manipulador debe pasar por un reconocimiento médico inicial y realizarse seguimientos periódicos.

Estos operarios deben contar con un sistema de capacitación continuo y permanente, especialmente en prácticas higiénicas en la manipulación de alimentos; como refuerzo constructivo se deben colocar en sitios estratégicos avisos alusivos a la obligatoriedad de acciones durante la manipulación de alimentos.

Se debe mantener una esmerada limpieza e higiene personal y utilizar una vestimenta de trabajo de color claro, sin elementos que puedan caer en el alimento, y de fácil aseo. Se deben lavar las manos con agua y jabón antes de iniciar la jornada de trabajo y después de

manipular cualquier elemento que pueda significar riesgos de contaminación para el proceso. El cabello debe estar recogido y cubierto con mallas, el calzado debe ser impermeable y cerrado y si es necesario se deben usar guantes y tapabocas.

Las personas que actúen como visitantes deben observar y cumplir con las condiciones de higiene previstas.

H. Requisitos higiénicos de fabricación

La recepción de materias primas debe realizarse en condiciones que eviten su contaminación, se debe verificar su estado y realizar pruebas de laboratorio; estas se someterán a limpieza y aquellas que requieran de congelación deberán descongelarse a una velocidad controlada para evitar la formación de microorganismos.

El almacenamiento de materia primas y productos terminados ocuparan sitios diferentes y se realizará en condiciones que eviten su contaminación.

Los envases deben estar fabricados en materiales apropiados y deben conferir una protección adecuada, se deberá realizar una inspección previa a su uso y se deberán mantener en condiciones de sanidad y limpieza.

El proceso de producción debe realizarse en óptimas condiciones higiénicas y con los controles físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación.

Las operaciones de fabricación deben realizarse en secuencia lógica, con el fin de evitar demoras que promuevan la formación de microorganismos.

El envasado debe realizarse en condiciones que excluyan la contaminación, identificando los lotes de producción mediante la marcación de cada recipiente.

Por cada lote deberá llevarse un registro que identifique sus características de producción que se supone deben ser idénticas para cada uno.

I. Aseguramiento y control de calidad

Los procedimientos de control deben prevenir los defectos evitables, reducir los defectos naturales a niveles que no presenten riesgos para la salud y cubrir todas las etapas de procesamiento.

Debe considerar especificaciones sobre materias primas y productos terminados, debe contar con especificaciones sobre planta, equipos y procesos y debe contar con planes de muestreos y procedimientos de laboratorio.

Se recomienda aplicar Sistemas de Aseguramiento de Calidad Sanitaria o Inocuidad mediante el análisis de peligros y control de puntos críticos.

J. Saneamiento

Se debe implantar y desarrollar un plan de saneamiento con objetivos definidos y con procedimientos para disminuir riesgos de contaminación, el cual debe contemplar:

- Programa de limpieza y desinfección.
- Programa de desechos sólidos.
- Programa de control de plagas.

K. Almacenamiento, distribución, transporte y comercialización

Las condiciones de estos aspectos deben evitar:

- Contaminación y alteración del alimento.
- Proliferación de microorganismos.
- Deterioro o daño del envase.

Se debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Control de primeras entradas y primeras salidas para verificar rotación del producto.
- El almacenamiento que requiera refrigeración se realizará de acuerdo con las condiciones de temperatura, humedad y circulación de aire.
- Almacenamiento de materias primas de manera que se minimice su deterioro.
- Almacenamiento de productos con una distancia mínima de 60 cm de las paredes y disposición sobre paletas.
- El almacenamiento de productos devueltos por caducidad deberán contar con un sitio exclusivo para tal fin.

L. Transporte

Se debe cumplir con las siguientes medidas:

- Se realizará en condiciones que excluyan su contaminación.
- Los alimentos que requieran ser congelados contarán con equipos de refrigeración para su transporte.
- Los vehículos refrigerados deberán ser revisados periódicamente; no se dispondrán alimentos directamente sobre el piso y no se podrá transportar conjuntamente productos terminados y materias primas.
- El vehículo deberá llevar en su exterior la leyenda de transporte de alimentos.

M. Distribución y comercialización

Durante este proceso deberá garantizarse el mantenimiento de las condiciones sanitarias; el distribuidor o comercializador será responsable solidario con el productor. Los alimentos que requieran refrigeración o congelación deberán ser comercializados con estas condiciones.

Los expendios contarán con estantes adecuados de exhibición de productos y dispondrán de equipos necesarios para la conservación adecuada. El representante legal del establecimiento será responsable solidario con el productor del mantenimiento de las condiciones sanitarias de los productos alimenticios.

N. Registro sanitario

El registro sanitario es expedido en la ciudad de Bogotá por parte del INVIMA. El proceso para su aprobación inicia con el certificado de buenas prácticas de manufactura expedido por el Servicio Seccional de Salud del Departamento del Caquetá, en el cual se examinan la fabricación, procesamiento, envase, almacenamiento y distribución de alimentos.

Posteriormente se deberá consignar el valor respectivo en la cuenta empresarial No 02699010-1 de BANCAFÉ a nombre del INVIMA.

El registro sanitario se expide para cada uno de los productos que se piensa comercializar y su valor es el siguiente:

- 1- Para mermeladas tiene un costo de \$1,360.941 y su código es 2007.
- 2- Para pulpas de frutas el costo es de \$ 1.31.962 y su código es 2004.
- 3- Para cocteles el costo es \$1.152.799 y su código es 2017.

Ñ. En el corto plazo es importante contar con un software que permita codificar los productos de acuerdo con el código de barras, esto con el fin de poder acceder al mercado nacional a través de supermercados e hipermercados ubicados en medianos y grandes centros urbanos.

FONDO NACIONAL DE FOMENTO HORTIFRUTÍCOLA - LEY 118 DE 1994

A. Objetivos

- Promover la investigación.
- Prestar asistencia técnica.
- Transferir tecnología.
- Capacitar, acopiar y difundir información.
- Estimular la formación de empresas comercializadoras y canales de acopio y distribución.
- Apoyar las exportaciones.
- Propender por la estabilización de precios de frutas y hortalizas.
- Desarrollar el subsector con beneficios para productores y consumidores.

B. Financiación

El Fondo de Fomento Hortifrutícola recibe una cuota, la cual está constituida por el equivalente al uno por ciento (1%) del valor de venta de frutas y hortalizas.

La cuota se causará únicamente en la primera operación de venta que realicen los productores.

No menos del 50% de los recursos generados por una región serán destinados a programas que se desarrollen en ella.

1.10. CONCLUSIONES

1. La fruticultura en el país se caracteriza por ser de pequeñas unidades de producción, sin especialización y en su mayoría como complemento marginal a los ingresos de otra actividad principal.
2. La producción frutícola nacional es geográficamente dispersa sin mayor atención al cuidado de las plantas y el mercadeo de frutos se lleva a cabo sin la aplicación de normas técnicas de calidad y sanidad, sin técnicas de manejo de empaque adecuados y con sistemas de transporte que afectan de manera negativa el estado de los frutos.
3. No existe un esfuerzo serio y consolidado en el país que permita contar con un adecuado portafolio de proyectos de inversión elegibles en fruticultura y servicios conexos que permitan promover inversiones permanentes.
4. Las condiciones de seguridad pública retraen las posibilidades de desarrollo no solo del sector frutícola, sino en general de cualquier actividad que requiera establecerse en el sector rural.
5. Los grandes mercados están dispuestos a pagar por productos orgánicos, de hecho el mercado externo condiciona el acceso de nuevos productos al cumplimiento de estrictas normas sanitarias de manejo de cosecha y poscosecha.
6. Las más altas expectativas de crecimiento comercial en el mercado externo son para las frutas tropicales y exóticas.
7. El proceso de comercialización en los mercados externos debe desarrollarse por medio de alianzas estratégicas con compañías establecidas que conozcan el comportamiento, sistemas y logística de estos.
8. La producción, promoción y comercialización efectiva de frutos promisorios de la Amazonia colombiana requiere de la organización de la estructura empresarial en aspectos como el financiero, administrativo y operacional, con el fin de conocer, analizar, corregir y mejorar los procesos que se ejecutan.
9. Dentro de la organización empresarial se debe brindar prioridad al diligenciamiento de registros claros, sencillos y eficientes que permitan conocer la trayectoria y comportamiento histórico de los procesos que se desarrollan.
10. El proceso contable y más concretamente el de administración de costos debe ser implementado inmediatamente, con el fin de conocer resultados generales de la operación del negocio de la producción y comercialización de frutos exóticos de la Amazonia colombiana.
11. El plan de producción de frutales promisorios debe estar acompañado del plan de comercialización y promoción, con el fin de no generar falsas expectativas a la comunidad productora y establecer bases ciertas de crecimiento y desarrollo.
12. La producción de Frutos Promisorios de la Amazonia colombiana es compatible con las políticas de desarrollo definidas por el Gobierno Central en el Plan Colombia.
13. Existe la ventaja comparativa de que el actual sistema de producción es orgánico, lo cual facilita sus posibilidades para incursionar rápidamente en los mercados potenciales; es importante trabajar en la ejecución de las actividades previas para obtener la certificación de productos agroalimentarios ecológicos.

14. Existe factibilidad económica de desarrollar arreglos forestales integrales para la producción de frutos exóticos de la Amazonia colombiana.
15. Se debe trabajar en la programación de siembras nuevas con ciclos y periodos de producción constantes, de tal manera que se garantice una oferta permanente de productos.
16. Los sistemas actuales de comercialización son empíricos y en algunos casos como el arazá con resultados positivos en la creación de un mercado de expectativa.
17. El sistema actual de mercadeo de la piña nativa c.v. India es desfavorable para el productor y con niveles exagerados de rentabilidad para el intermediario.
18. El trabajo de consolidación del mercado de la piña nativa debe desarrollarse de manera asociativa con los productores, lo cual permitirá mejorar los niveles de ingresos al productor y transferir beneficios al consumidor.
19. La visión del mercadeo del arazá debe desarrollarse bajo la perspectiva integral de la Amazonia colombiana, con el fin de integrarla a sistemas de producción y generar y administrar economías de escala.
20. La mayor ventaja competitiva de la cocona es el rápido establecimiento y consolidación de volúmenes de cosecha, esto facilita la ejecución de planes de crecimiento en el corto plazo.
21. La oportunidad de utilizar la planta de producción, propiedad del Instituto SINCHI, que opera en la ciudad de Florencia facilita el desarrollo de productos derivados que pueden brindar oportunidades de mercadeo.
22. La resolución 544 de 1995 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural define el reglamento para la producción, elaboración, empaque, importación y comercialización de productos ecológicos.
23. La Corporación Colombia Internacional presta el servicio de certificación para productos ecológicos, requisito indispensable para incursionar en mercados externos; para el caso de la piña nativa el costo promedio anual para obtener esta certificación por productor esta en la suma de \$300.000.
24. El decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud Pública reglamenta las condiciones higiénicas para la producción, almacenamiento, distribución, transporte y comercialización de derivados transformados.
25. Se presentó a la comunidad productora de piña nativa la propuesta de mercadeo local que debe desarrollar directamente ASOPICA, esto con el fin de desarrollar una economía productiva y rentable para el productor.
26. Los beneficios económicos que puede generar la comercialización directa de la piña nativa deben transferir beneficios para el consumidor.
27. El proceso de comercialización de la piña nativa c.v. India esta en capacidad de generar procesos de apalancamiento financiero para consolidar un proceso de crecimiento económico y social para la comunidad productora. En todo caso, esta alternativa es viable siempre y cuando el desarrollo económico tenga como base el desarrollo asociativo de ASOPICA.
28. A pesar de que no se conoce el nivel de oferta de la producción de arazá, es claro que la visión estratégica de comercialización debe determinarse desde el punto de vista amazónico, esto con el fin de brindar la oportunidad de estructurar un proyecto rentable.

29. Los procesos de comercialización desarrollados por los productores consolidados de arazá son positivos y plausibles teniendo en cuenta las condiciones coyunturales dentro de las cuales desarrollan su actividad.
30. El proceso de apoyo a los productores de arazá está centrado en la presentación y aplicación de un sistema de información financiera que les permita manejar la información de manera sencilla y conocer permanentemente su situación financiera.

1.11. BIBLIOGRAFÍA

1. ECHAVARRÍA, O. H. 1997. *El sentido común en la economía colombiana*. 3R Editores. Séptima edición.
2. MENDOZA, G. 1995. *Compendio de mercadeo de productos agropecuarios*. IICA.
3. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE; OIMT; CEUDES. 1998. *Desarrollo agroforestal en el Piedemonte Caqueteño*.
4. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO. 1998. *Proyecto Colectivo Ambiental*.
5. ORTIZ, A. H. 1998. *Análisis financiero aplicado*. Universidad Externado de Colombia. Décima edición.

**Aspectos biológicos y conservación
postcosecha del arazá (*Eugenia
stipitata* Mc. Vaugh) en la Amazonia
Occidental Colombiana**

2.1. ASPECTOS GENERALES DEL ARAZÁ

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El arazá es originario de la región amazónica occidental comprendida entre los ríos Marañon y Ucayali y en las proximidades de Requena y el nacimiento del río Amazonas. La mayor diversidad genética de *Eugenia stipitata* se registra en el sudoeste de la Amazonia, de igual manera, la especie se encuentra en estado silvestre solamente en la Amazonia Occidental (Pinedo *et al.*, 1981; Quevedo 1995).

El arazá *Eugenia stipitata* Mc Vaught subespecie *sororia* es cultivada en los países de Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, Bolivia y Costa Rica. En Colombia, aunque no en grandes cultivos, se encuentra distribuida en los departamentos de Meta, Caquetá, Putumayo y Amazonas, así como se encuentran algunos reportes en Cundinamarca y el eje cafetero.

LA PLANTA

El arazá *Eugenia stipitata* McVaugh subespecie *sororia* es un arbusto con follaje denso que alcanza alrededor de los 3 metros de altura (Figura 2.1); presenta peciolos de 1 a 5 mm, algunas veces sésiles; hojas simples, opuestas, enteras, de tamaño mesófilo, delgadas, fuertes, esclerófilas, de forma elíptica, elíptico-oblonga y lanceolada, con ápice acuminado hasta aristado y base redondeada obtusa a subcordada; la hoja exhibe una longitud de 11 cm de longitud y un ancho de 4.49 cm (Ariza, 2000).

La propagación del arazá se hace normalmente por medio de semillas, puesto que hasta el momento la propagación asexual no ha mostrado resultados exitosos. La planta de arazá inicia la producción de frutos después del segundo año de establecida en campo y a partir de este momento el rendimiento aumenta gradualmente; la producción comercial se alcanza entre el quinto y duodécimo año y el cultivo se considera rentable a partir del sexto año. Esta especie produce a lo largo de todo el año, encontrándose cosechas relativamente mayores cada dos o tres meses. Dependiendo de la edad y de las condiciones ambientales y de manejo, se han estimado rendimientos entre 2.5 y 60 ton./ha-año (Ferreira y Gentil, 1999).

LA FLOR

La inflorescencia es una cima axilar simple de pedúnculo corto que presenta de uno a cinco botones florales, seis excepcionalmente (Figura 2.2). La inflorescencia esta conformada por flores hermafroditas que presentan un cáliz constituido por 4 sépalos libres de aproximadamente 0.4 cm y color verde claro; una corola con 4 pétalos de 1.18 cm de longitud de color crema; un androceo con estambres libres, numerosos (más de 100), con una longitud promedio de 0.8 cm y anteras con dehiscencia lateral. La flor se caracteriza por presentar estilos largos (aprox. 1.1 cm.) con respecto a los estambres (0.68 mm), fenómeno conocido como longistilia; esta característica morfológica favorece la polinización cruzada o alogamia por medio de una barrera física que restringe la autopolinización (Ariza, 2000).

El desarrollo de la flor desde el estado de botón hasta la antesis toma aproximadamente 29 días, en este momento las flores alcanzan una longitud máxima promedio de 9.25 mm de largo y un diámetro promedio de 6.5 mm. La apertura de la flor ocurre entre las 3:00 y 4:00 AM cuando el día que la precede ha sido soleado; en contraste, los botones comienzan a abrir a las 12:30 AM si el día ha sido nublado y con bajas temperaturas. Aproximadamente media hora después de la apertura de la flor, el estigma se hace receptivo. La antesis (apertura de las anteras) se evidencia entre 6:00 y 7:00 AM (2000). El tiempo transcurrido desde la apertura de la flor hasta cuando existe evidencia de polinización es de 1 mes aproximadamente, si la flor no ha sido polinizada se aprecia marchites progresiva de toda la estructura floral (pétalos, sépalos, anteras y estilo) y caída a partir del tercer día después de la apertura. Las horas más probables para la polinización de entomófilos está entre las 8 y las 10:30 A.M. Los polinizadores identificados en condiciones del piedemonte amazónico son *Apis mellifera*, *Melipona* sp. y *Trigona* sp. (Ariza, 2000).

EL FRUTO

El fruto se caracteriza por ser una baya globos-cóncava o esférica, algo deprimida (Figuras 2.3 y 2.4); el epicarpio es delgado, presenta pubescencia fina y color verde claro que se torna amarillento o anaranjado en la madurez; la pulpa (mesocarpio) es espesa, jugosa, entre amarillo y naranja, aromática y agrídulce; y la cavidad interior del fruto esta ocupada por un número de 12 a 16 semillas de 1-2.5 cm de longitud (Ariza, 2000; Ferreira y Gentil, 1999).

Actualmente en los sistemas productivos de la región se distinguen frutos de dos ecotipos, uno de origen peruano (Figura 2.3) y otro de origen brasilero (Figura 2.4). El arazá ecotipo peruano posee una forma aperada y sus características organolépticas resultan más atractivas al consumidor; sin embargo, el fruto es más pequeño y el número de semillas por lo general es mayor aunque de menor tamaño.



Figura 2.1. Arbusto de arazá



Figura 2.2. Botones florales de arazá



Figura 2.3. Fruto de arazá, ecotipo peruano



Figura 2.4. Fruto de arazá, ecotipo brasileiro

Los frutos maduros de arazá tienen una alta variabilidad con relación a sus dimensiones, resultado de las condiciones ambientales y de manejo, el acervo genético y el carácter silvestre de la especie (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Dimensiones promedio de frutos de arazá del piedemonte amazónico

Variables	Ariza (2000)	Hernández y Galvis (1993)	Paéz (2000)	
			Ecotipo brasileño	Ecotipo peruano
Diámetro longitudinal (cm)		6.92 (5.67-7.87) ^a	6.99	7.90
Diámetro transversal (cm)	7-8	8.00 (6.40-9.00) ^a	8.10	7.32
Peso fresco (g)	172-331	225.39 (119-328) ^a	227.33	189.84

a Intervalo de datos

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FRUTO ARAZÁ DEL PIEDEMONTA AMAZÓNICO EN ESTADO MADURO

El fruto de arazá posee un alto contenido de humedad, alrededor del 90%, lo que contribuye al incremento de la tasa respiratoria e incide directamente en la alta perecibilidad. Los contenidos proteicos resultan moderadamente altos y pueden estar asociados a una alta tasa metabólica, con un importante nivel de actividad enzimática. Por otra parte, la fibra cruda constituye un interesante aporte a la dieta básica. El arazá aporta una moderada cantidad de ácido ascórbico, entre otras vitaminas, favoreciendo de esta forma la seguridad alimentaria en la región amazónica, ya que de otra manera el consumo de vitaminas provendría siempre de frutos "importados" a la región (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Caracterización química de la pulpa del fruto de arazá del piedemonte amazónico en estado maduro

Variable	Contenido	
	Ecotipo brasileiro	Ecotipo peruano
Materia seca (%bs)	9.68	7.89
Proteína (%bs)	12.67	11.05
Extracto etéreo (%bs)	12.32	12.23
ENN (%bs)	61.68	64.17
Fibra cruda (%bs)	11.29	9.74
Cenizas (%bs)	2.04	2.81

Fuente: Barrera et al., 2001; Oviedo y Barrera (2000)

Usos

En la región amazónica el arazá es comercializado como fruto fresco y producto procesado. Se han identificado aplicaciones agroindustriales del fruto para la elaboración de pulpas, mermeladas, néctares y bocadillos, así como de conservas y deshidratados de buena calidad y estabilidad.

2.2. DESARROLLO DEL FRUTO DE ARAZÁ

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Cuando la flor ha sido fecundada, ocurren cambios morfológicos diversos: los pétalos toman una coloración café para luego caer, los sépalos se levantan y el ovario se expande; el tiempo transcurrido desde la apertura de la flor hasta cuando existe evidencia de polinización es de aproximadamente 1 mes (Ariza, 2000).

El fruto de arazá presenta un crecimiento de tipo sigmoideal con tres estados de desarrollo y requiere entre 62 días (Caquetá) y 82 días (Guaviare) para alcanzar su madurez de consumo (Figura 2.5); sin embargo, es necesario tener en cuenta que la duración del periodo de desarrollo es producto de las características de la planta, el proceso de domesticación y las condiciones ambientales y de manejo.

El tamaño del arazá en las condiciones del departamento del Caquetá se incrementa durante todo el desarrollo del fruto (día 0 a 62); al final del desarrollo, el fruto alcanza unos diámetros longitudinal y transversal alrededor de 6.9 cm y 7.1 cm respectivamente, lo cual le confiere el aspecto globado característico (Figuras 2.3 a 2.5).

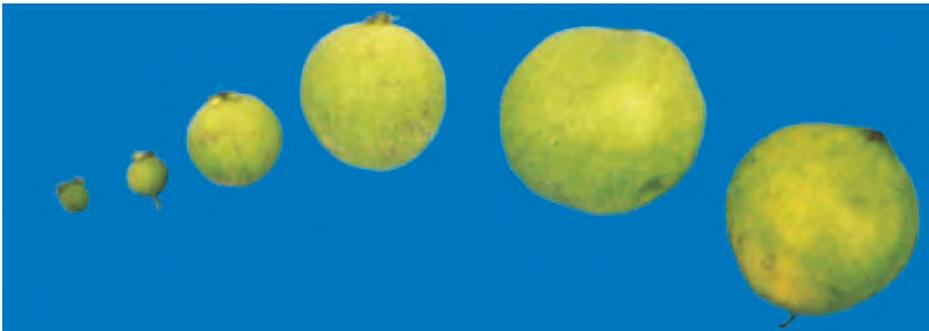


Figura 2.5. Etapas de crecimiento del fruto de arazá del piedemonte amazónico colombiano

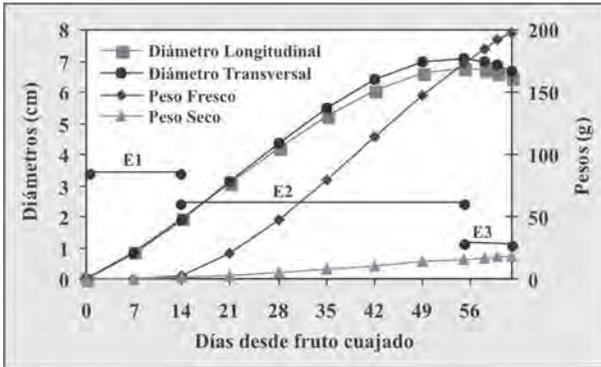


Figura 2.6. Comportamiento de los diámetros longitudinal y transversal y de los pesos fresco y seco durante el ciclo de desarrollo del fruto de arazá

Los pesos aumentan durante la segunda etapa (E2) de desarrollo principalmente (día 21 a día 40) (Figura 2.6). Los cambios en tamaño y peso son resultado de la división y elongación celular y de la acumulación de sintetizados de reserva.

Los tamaños y pesos de los frutos de arazá de la Amazonia colombiana concuerdan con los rangos registrados por Ferreira y Gentil (1999), quienes reportan que el fruto de arazá de la subespecie *sororia*

mide entre 2 y 12 cm de longitud y 1.5 y 15 cm de diámetro, y pesa alrededor de 30-420 g, pudiendo llegar a 800 g. Se puede suponer que el proceso de domesticación ha conllevado a seleccionar frutos relativamente pequeños.

RESPIRACIÓN

Las mayores intensidades respiratorias en el fruto de arazá se presentan a lo largo de los dos primeros estados de desarrollo, estados en los cuales se presenta la máxima división y expansión celular; durante el estado tres la respiración

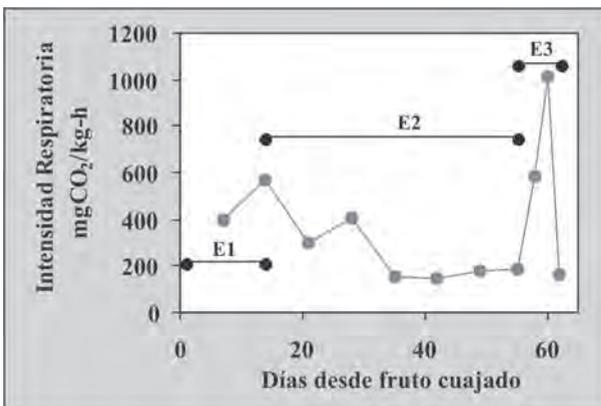


Figura 2.7. Comportamiento de la intensidad respiratoria durante el desarrollo del fruto

aumenta y se aprecia un máximo climatérico (1000 mgCO₂/kg-h), a partir del cual se desarrollan rápidamente los procesos de maduración, producto de la alta actividad metabólica (Figura 2.7). El patrón respiratorio del fruto de arazá lo clasifica como un fruto climatérico, coincidiendo con lo reportado por Galvis y Hernández

(1993) para frutos de arazá producidos bajo condiciones del departamento de Guaviare.

La actividad respiratoria del arazá, con valores promedios de $600 \text{ mgCO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ a temperatura de 20°C , lo clasifica como un fruto de actividad metabólica muy intensa con una vida útil de postrecolección corta (Nakasone y Paull, 1998). La actividad respiratoria alta implica un intenso consumo de las reservas del fruto desde el momento en que es cosechado.

CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN

Sólidos Solubles Totales y Azúcares

Los sólidos solubles totales (SST) presentan un incremento moderado durante los estados finales (2 y 3) del desarrollo del fruto; en el momento de sazón del fruto los valores de SST aumentan entre el 2% y el 5% (Figura 2.8). Esta tendencia coincide con la comportamiento del contenido de sacarosa (Figura 2.9), cuya acumulación se da en los estados finales de desarrollo. El contenido de fructosa también se incrementa para el mismo período, mientras que la glucosa no se acumula, manteniéndose los niveles muy similares durante todo el desarrollo del fruto de arazá. El comportamiento de los contenidos de azúcares indica que este no es un fruto rico en azúcares, a diferencia de otros frutos tropicales y más aún de la misma familia, como la guayaba y la feijoa.

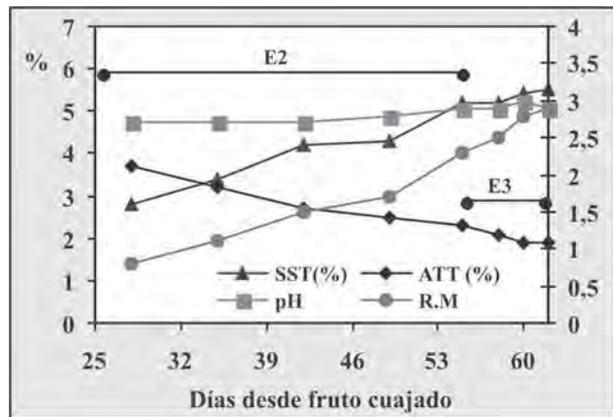


Figura 2.8. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT), pH y relación de madurez (R.M) durante el ciclo de desarrollo del fruto

Acidez Total Titulable y pH

La acidez total titulable (ATT) disminuye durante el desarrollo del fruto de arazá, a diferencia del pH, el cual incrementa durante las etapas finales del

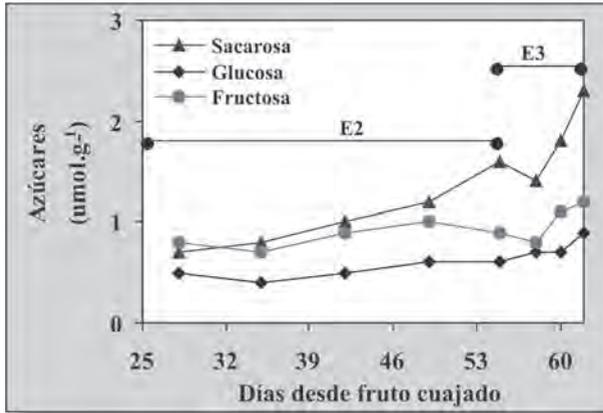


Figura 2.9. Comportamiento de los azúcares en el fruto de arazá durante el desarrollo

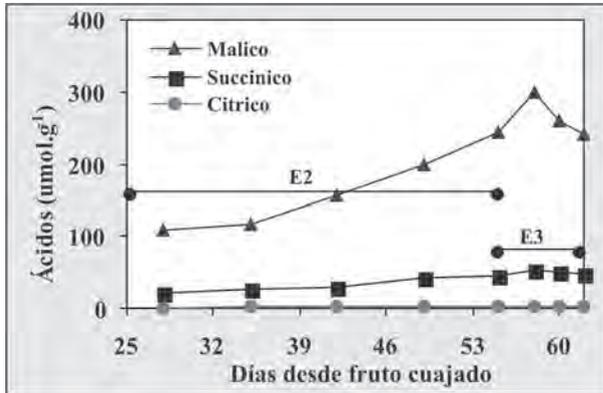


Figura 2.10. Comportamiento de los ácidos orgánicos a lo largo del desarrollo del fruto

del fruto, se aprecia decrecimiento del ácido málico, mientras que los ácidos succínico y cítrico permanecen en valores constantes.

Relación de Madurez

Durante los dos últimos estados de desarrollo la relación de madurez (R.M) aumenta progresivamente, pasando de 0.8 (día 28) a 2.9 (día 62) (Figura 2.8). El comportamiento de la relación de madurez es resultado del incremento de los sólidos solubles y azúcares (Figuras 2.8 y 2.9) y decremento en la acidez total titulable a lo largo del periodo de maduración (Figura 2.8).

desarrollo (Figura 2.8); el comportamiento anterior concuerda con lo registrado por Galvis y Hernández (1993) para frutos del departamento de Guaviare. Los frutos con patrón respiratorio climatérico durante el máximo respiratorio desdoblán de manera rápida sus reservas, en este caso ácidos orgánicos, como respuesta al incremento de su metabolismo.

Ácidos Orgánicos

El fruto de arazá posee cuantificables contenidos de ácido málico, succínico y cítrico, siendo el ácido málico el ácido predominante (Figura 2.10). Durante el desarrollo del fruto, los contenidos de ácidos aumentan moderadamente, aunque sin cambios sobresalientes durante el máximo crecimiento del fruto (E2). En la tercera etapa del desarrollo, durante la cual se da la maduración

2.3. MADURACIÓN E ÍNDICES DE COSECHA

El fruto de arazá durante el proceso de maduración se ablanda considerablemente, resultado del adelgazamiento de las paredes celulares y la degradación de productos de reserva (Figuras 2.11. y 2.12).

Durante la maduración del fruto se presentan cambios en el color y se da el desarrollo del sabor y aroma característicos; el fruto al final de la segunda etapa

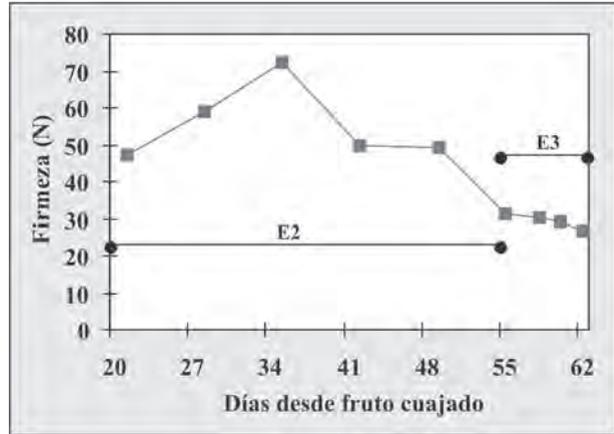


Figura 2.11. Comportamiento del nivel de firmeza durante el ciclo de desarrollo del fruto de arazá

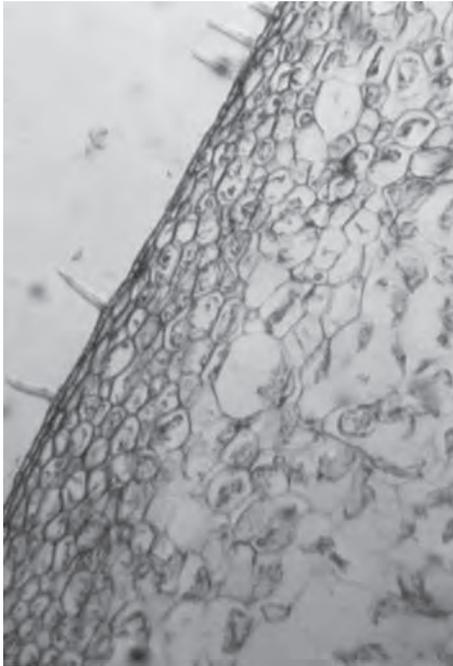


Figura 2.12. Corte transversal del mesocarpio del fruto de arazá, en la parte inferior derecha se aprecia el adelgazamiento de las paredes celulares

exhibe una tonalidad verde mate, la cual se transforma hasta llegar a un color amarillo en el estado tres. Igualmente, la pulpa vira de un color hueso o marfil (estado dos) a un color amarillo (estado tres). El cambio en color es resultado de la degradación de la clorofila y el desmascaramiento de los carotenoides (Figura 2.13; Tabla 2.3).

La firmeza, el color y el contenido de sólidos solubles totales constituyen índices de cosecha apropiados para el fruto de arazá. Se recomienda la cosecha del fruto cuando la tonalidad del epicarpio cambie de verde intenso a verde claro sin brillo y se haya alcanzado el máximo tamaño; para este momento la firmeza y los SST estarán alrededor de 40 Newtons y 5% respectivamente.

La recolección oportuna disminuye las pérdidas en poscosecha, puesto que el fruto es muy susceptible a los daños mecánicos (Figura 2.14).

Tabla 2.3. Escala de color del fruto de arazá durante su desarrollo y maduración

Grado de color	Estado	Color*	Descripción
1	Inmaduro	Verde	Color verde oscuro, leve modificación a tonalidad mate
2	Verde maduro	Verde mate	Color verde claro, el fruto no presenta brillo
3	Pintón	Verde-amarillo	Color verde con 10-25% de color amarillo
4	Pintón $\frac{3}{4}$	Verde-amarillo	Color amarillo en más del 50% del fruto
5	Maduro	Amarillo	Color amarillo en el 100% de la superficie del fruto
6	Sobremaduro	Amarillo oro	Color amarillo oscuro. Fruto blando



Figura 2.13. Cambios de color en el fruto de arazá



Figura 2.14. Cosecha de frutos de arazá

2.4. POSCOSECHA

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA CONSERVACIÓN DEL FRUTO

La conservación durante la postcosecha se lleva a cabo mediante el uso de bajas temperaturas. En refrigeración los procesos metabólicos responsables de los principales procesos de maduración, tales como: cambio de color, aumento de azúcares y disminución de acidez, se ven disminuidos de manera directa; esto es, a bajas temperaturas de almacenamiento la actividad enzimática decrece y en consecuencia hay menor actividad respiratoria.

Sin embargo, los frutos tropicales, como la guayaba, el mango, la piña y el aguacate, sufren daños en ciertas condiciones de refrigeración; dichos daños van desde pérdida de aroma y sabor, ablandamiento y picado en la corteza hasta la total incapacidad para madurar, es decir, para alcanzar el estado apropiado de consumo.

Los frutos de arazá al ser almacenados en estado verde-maduro a condiciones de refrigeración, a temperaturas de 7, 10, 12 y 20°C y 85-90% HR durante 14 días, experimentan cambios en la respiración, color, textura y sabor, entre otros, consecuencia de la influencia de la temperatura en la actividad de las enzimas responsables de dichos procesos, dichos cambios se exponen a continuación:

Intensidad Respiratoria

Los frutos de arazá almacenados a 20°C alcanzan su máximo climatérico a los 5 días, mientras que en las temperaturas de refrigeración (7, 10 y 12°C) el máximo climatérico se presenta 5 días después, es decir, a los 10 días (Figura 2.15). Los frutos a 12°C continúan el proceso de maduración, a diferencia de los almacenados a 7 y 10°C, los cuales presentan un comportamiento irregular con altas tasas respiratorias (Figura 2.15).

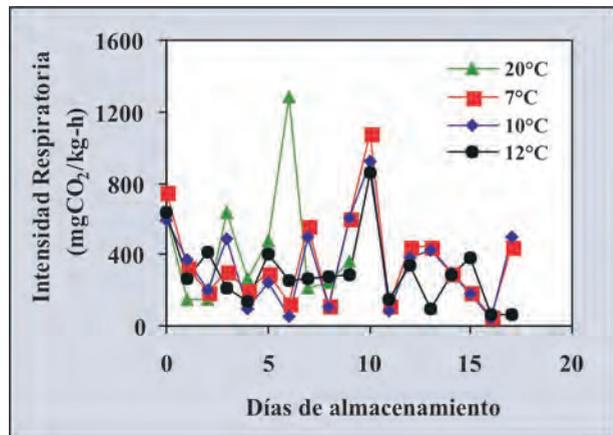


Figura 2.15. Comportamiento de la intensidad respiratoria en frutos de arazá almacenados a 7, 10, 12 y 20°C

Aunque no se ha establecido que en todos los casos los daños por frío estén asociados a altas tasas respiratorias, resulta muy probable que el almacenamiento de frutos de arazá en temperaturas por debajo de 10°C conlleve al daño fisiológico y en consecuencia al incremento de la actividad respiratoria (Lyons y Breidenbach, 1990; Saltveit y Morris, 1990; Wang, 1991).

Firmeza

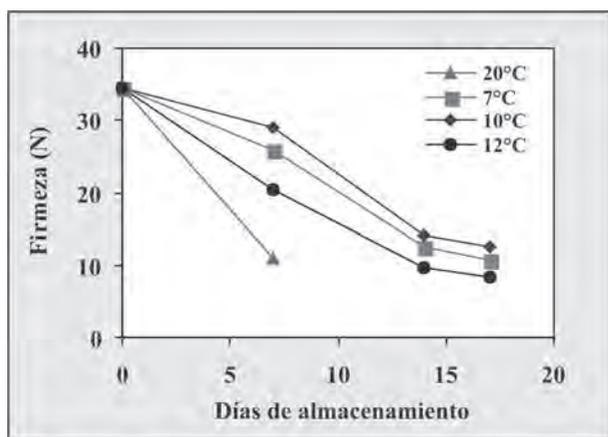


Figura 2.16. Comportamiento del nivel de firmeza en frutos de arazá almacenados a 7, 10, 12 y 20°C

La firmeza de los frutos de arazá disminuye (Figura 2.16) durante el almacenamiento. En el momento de recolección el fruto está firme (40N) y posteriormente, como resultado de la acción de enzimas pectolíticas, la firmeza disminuye; sin embargo, en los frutos refrigerados a 7°C la pérdida de firmeza no puede explicarse, únicamente, como la consecuencia de la degradación de protopectinas a compuestos de menor peso molecular y fácilmente solubles en agua, sino que, además,

puede ser debida a lesiones internas, como el encharcamiento, resultado de la temperatura de refrigeración que ocasiona el daño por frío (Brady, 1987; Saltveit y Morris, 1990). No siempre la firmeza del fruto de arazá almacenado a temperaturas por debajo de la temperatura crítica (temperatura causante de daño) exhibe la tendencia a disminuir; se puede encontrar el comportamiento opuesto, que sería el de adquirir mayor firmeza como resultado de una disminución en la actividad de las mismas enzimas pectolíticas, dicho caso se ha observado en frutos almacenados a 8°C durante 11 días. El efecto de las bajas temperaturas sobre los frutos de arazá dependerá, entre otros, del grado de madurez del fruto y del tiempo que permanezca almacenado en esta condición extrema. De manera general, se puede afirmar que cuando los frutos se ven afectados por la baja temperatura su capacidad para madurar disminuye.

Acidez total titulable y pH

Los frutos de arazá almacenados a 10, 12 y 20°C presentan una tendencia de aumento en el pH, en contraste, con la tendencia de disminución de la acidez

total titulable (ATT); este comportamiento es producto del consumo de los ácidos orgánicos, los cuales constituyen parte de la reserva energética del fruto y son respirados en el proceso de maduración. En los frutos refrigerados a 7°C (temperatura que induce el daño por frío en el arazá) se presenta incremento de la ATT y disminución del pH, en un claro proceso de acidificación, lo que sugiere un desorden al nivel de la actividad de las enzimas del ciclo de Krebs, posiblemente resultado del daño por frío.

Ácidos orgánicos

En concordancia con el comportamiento de la ATT, los ácidos orgánicos málico, succínico y cítrico disminuyen en los frutos almacenados a 10, 12 y 20°C y aumentan en los frutos refrigerados a 7°C.

La disminución de ácidos orgánicos coincide con altas tasas respiratorias, algo común a muchas frutas y que evidencia que estos forman parte de la reserva energética del fruto. El comportamiento presentado en arazá coincide con los reportes realizados para otros frutos de la misma familia (guayaba) almacenados en condiciones similares (Ali y Lazan, 1997; Ding *et al.*, 1998; Wills *et al.*, 1998).

Ácido ascórbico

El ácido ascórbico disminuye a lo largo del almacenamiento a 7, 10, 12 y 20°C, presentándose el mayor porcentaje de disminución en los frutos almacenados a 10°C con un valor de 66%. Según Lee y Kader (2000), el decremento de la concentración de ácido ascórbico es directamente proporcional a la temperatura y al tiempo de almacenamiento. La menor degradación del ácido ascórbico en arazá a temperatura de 7°C es opuesta al comportamiento de este en otros frutos sensibles al frío, tales como la piña y la banana, los cuales pierden más ácido ascórbico a temperaturas inferiores a la crítica.

Sólidos Solubles Totales y Azúcares

Los sólidos solubles totales aumentan en los frutos almacenados a 12°C y 20°C (Figura 2.17). Por su parte, los frutos almacenados a 7 y 10°C no muestran incremento en la refrigeración ni en los períodos de maduración complementaria.

A bajas temperaturas la actividad enzimática se hace más lenta y en aquellos casos donde los frutos son almacenados a temperaturas por debajo de la crítica lo más probable es que su actividad no se reinicie, así los frutos sean puestos en temperaturas mayores después del período de estrés, caso en el cual se pensaría en un daño irreversible del metabolismo del fruto.

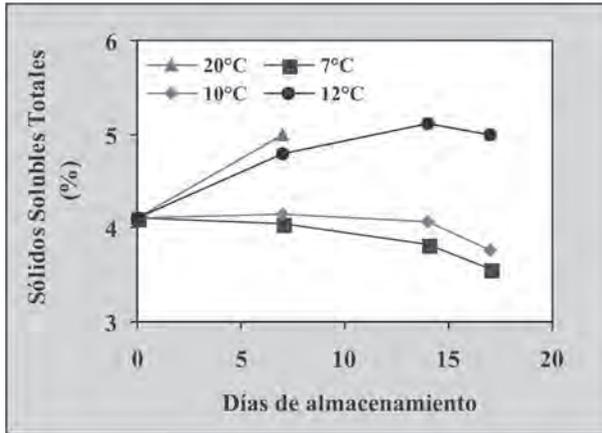


Figura 2.17. Variación del contenido de sólidos solubles totales en frutos de arazá almacenados a 7, 10, 12 y 20°C

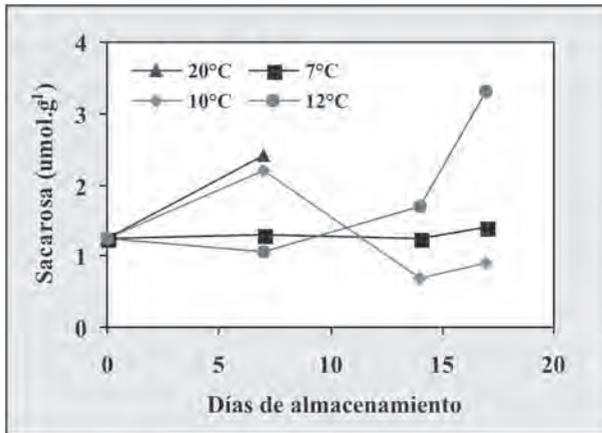


Figura 2.18. Variación de la sacarosa en frutos de arazá

Durante el almacenamiento del fruto de arazá a 20°C (temperatura de maduración) los contenidos de sacarosa (azúcar predominante), glucosa y fructosa aumentan (Figura 2.18), como consecuencia del desdoblamiento de las reservas amiláceas y del proceso de conversión de la sacarosa en monosacáridos (glucosa y fructosa) (Cano-Medrano y Darnell, 1997).

Los frutos almacenados a temperatura de 7°C, por el contrario, no presentan incremento en el contenido de sacarosa durante el período de almacenamiento de dos semanas (Figura 2.18), sugiriendo una disminución de la actividad enzimática probablemente por el daño por frío. Cuando los frutos tratados con esta temperatura son llevados a 20°C (temperatura de comercialización), después de alcanzar la primera semana de almacenamiento, se presenta un incremento significativo del contenido de sacarosa; dicho comportamiento sugiere que durante la primera semana del almacenamiento el daño por

frío puede ser de tipo reversible, sin modificar en forma definitiva el mecanismo de degradación del almidón, tal como sucede con la chirimoya almacenada a 1 y 4°C, la cual reinicia la hidrólisis del almidón después de 3 días de ser trasladada a temperatura de 22°C (Gutiérrez *et al.*, 1994.). En los frutos almacenados a 10°C se registra un comportamiento similar en el contenido de sacarosa, observándose un moderado aumento al final de la segunda semana de almacenamiento. En los frutos almacenados a 12°C el proceso de maduración continúa durante las dos semanas de almacenamiento, tal como se evidencia por el aumento de sacarosa durante este período. En la maduración a 20°C se aprecian los mayores niveles de sacarosa, con relación a los frutos conservados en refrigeración.

En los frutos refrigerados a 7 y 10°C los contenidos de glucosa y fructosa presentan bajas concentraciones a lo largo del período de almacenamiento y aumentan durante la maduración a 20°C después de 2 semanas de almacenamiento. Por el contrario, a 12°C se presenta incremento de los dos azúcares durante el almacenamiento y decremento en la maduración complementaria, producto del consumo de reservas que ocurre en el fruto.

Color

Los frutos almacenados a 20°C presentan un cambio de color característico, de verde mate a amarillo (Tabla 2.3). Por el contrario, los frutos almacenados a temperaturas de 7 y 10°C no desarrollan completamente su color característico, ni siquiera al ser trasladados a la maduración 20°C después de dos semanas de almacenamiento, siendo menor el cambio ocurrido en los frutos a 7°C. Durante el período de almacenamiento, los frutos conservados a 12°C alcanzan el cambio de color hasta el grado 4 y durante la maduración complementaria desarrollan el grado 6 (Tabla 2.3). Dicho comportamiento coincide con el de la sacarosa, la cual aumenta en el fruto almacenado a temperaturas superiores a la crítica (12 y 20°C); por el contrario, a temperaturas de 7 y 10°C la maduración del fruto se ve interrumpida, con la consecuente pérdida de calidad, disminución de las características propias del fruto y susceptibilidad a daños y enfermedades.

Pérdida de peso

Las pérdidas de peso en los frutos almacenados a 7, 10, 12 y 20°C son superiores al 10%, lo cual hace difícil el mercadeo del producto en fresco, en consideración a que el sistema de comercialización se desarrolla sobre la base del peso. La mayor pérdida de peso la registran los frutos a 7°C, con un valor promedio de 23%, asociada a la mayor marchitez (30%) y a una clara interrupción del proceso de maduración, este comportamiento atípico puede ser explicado, en parte, por una mayor actividad respiratoria inducida por el daño por frío. Sin embargo, si se aumenta la humedad de las cámaras de almacenamiento, la pérdida de peso de los frutos y su marchitamiento se puede llegar a disminuir hasta en un 90%.

DAÑOS EN POSCOSECHA

Los frutos de arazá deben recolectarse manualmente en las horas de la mañana, puesto que las horas más calurosas del día sumadas a la manipulación y delicadeza de los frutos favorecen el deterioro de los mismos; de igual manera, es recomendable dejar adherido parte del pedúnculo al fruto. El transporte y manejo (empaques y

conservación) de los frutos de arazá debe realizarse apropiadamente, ya que este es altamente perecible y presenta una corteza delicada y un aroma muy volátil (Arguello y Galvis 1998; Ferreira y Gentil, 1999; Hernández y Galvis, 1993).

Como se mencionó anteriormente el fruto de arazá es susceptible a los daños por frío y mecánicos (Figuras 2.19 a 2.21).

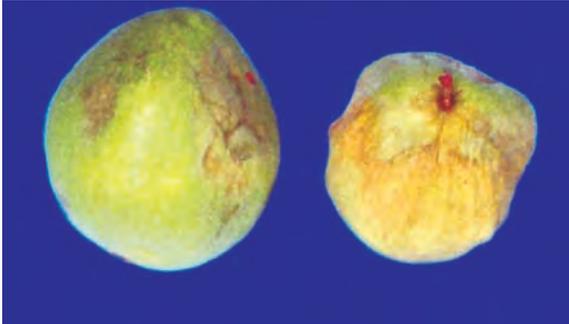


Figura 2.19. Daño por frío en frutos de arazá almacenados a bajas temperaturas

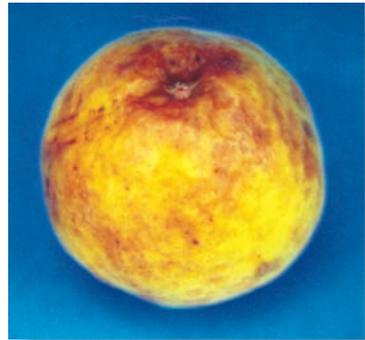


Figura 2.20. Daño por frío en frutos de arazá almacenados a bajas temperaturas



Figura 2.21. Daños mecánicos en frutos de arazá



Figura 2.22. Daños causados por antracnosis y otros patógenos en frutos de arazá

Las principales causas de la pérdida de calidad en los frutos de arazá son la marchitez, picado de la piel y antracnosis (*Gloesporium* sp.). En las temperaturas de 7 y 10°C se encuentra la mayor incidencia de picado de la piel, con valores de un 30% y 27% respectivamente (al final del almacenamiento de 2 semanas).

Por el contrario, los frutos conservados a 12°C no muestran incidencia de dicho desorden, confirmando las observaciones de Galvis y Hernández (1993), quienes recomiendan almacenar el fruto de arazá a temperaturas superiores a 11°C, ya que de lo contrario se induce el daño por frío, problema caracterizado por la picado de la piel y la interrupción del proceso normal de maduración del fruto.

El mayor porcentaje de marchitez se evidencia en frutos refrigerados a 7°C (30%); por su parte, los frutos almacenados a 13, 10 y 20°C presentan una marchitez del 26%, 21% y 19% respectivamente.

Con relación a la antracnosis, en arazá se observa una relación directa entre la marchitez, la pérdida de peso y la ocurrencia del patógeno (Figura 2.22); los porcentajes de incidencia oscilan entre el 20% y 30%, encontrándose valores de 23% (7°C), 30% (10°C), 20% (12°C) y 28% (20°C).

Posiblemente la antracnosis en arazá se inicia en los primeros estados de crecimiento del fruto y se desarrolla en el período de posrecolección, de manera similar a lo observado por Reyes y Paull (1995) y Ali y Lazan (1997) para el fruto de guayaba (*Myrtaeaceae*).

Los frutos almacenados en temperaturas por debajo de la temperatura crítica (12°C) presentan la mayor incidencia del ataque de *Gloesporium* sp., lo cual puede explicarse sobre la base de que los frutos con daño por frío resultan más susceptibles a la pudrición y ataques de patógenos, producto de los cambios metabólicos ocurridos (Saltveit y Morris, 1990).

Así mismo, Gutiérrez *et al.* (1994) mencionan que en frutos de chirimoya la susceptibilidad del fruto a patógenos aumenta con el marchitamiento.

2.5. BIBLIOGRAFÍA

1. ALI Z.M. y H. LAZAN. 1997. Guava. Pág. 145-165 In: S.K. MITRA (eds.), *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*.
2. ARIZA, A. 2000. *Biología floral y caracterización morfológica de 6 ecotipos de arazá (Eugenia stipitata McVaugh) en el departamento del Caquetá*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Tesis (Pregrado). Bogotá. 49 pág.
3. BARRERA, J.A.; M.S. HERNÁNDEZ; D. PÁEZ y E. OVIEDO. 2001. *Tecnologías para el aprovechamiento integral de frutas nativas en la región amazónica colombiana*. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Instituto Amazónico de investigaciones científicas -SINCHI-. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.
4. ARGUELLO A., H. y J.A. GALVIS. 1998. *Como producir e industrializar los frutos del arazá*. Universidad Nacional de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Leticia. 24 pág.
5. BRADY, C.J. 1987. Fruit ripening. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 38: 155-178.

6. DING, C.K.; K. CHACHIN; Y. HAMAUZU; Y. UEDA y Y. IMAHORI. 1998. Effects of storage temperature on physiology and quality of loquat fruit. *Post Biol and Tech.* 14: 309-315.
7. FERREIRA, S.A.D. y D.F.O. GENTIL. 2000. Araza (*Eugenia stipitata*), Cultivo y utilización. *Tratado de cooperación amazónica, Secretaria PRO TEMPORE.* 107 pág.
8. GALVIS J.A. y M.S. HERNÁNDEZ. 1993. Comportamiento fisiológico del arazá (*Eugenia stipitata*) bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. *Colombia Amazónica, Vol. 6:* 123-134.
9. HERNÁNDEZ, M.S. y J.A. GALVIS. 1993. Procesamiento de arazá y copoazú. *Colombia Amazónica, Vol. 6 (2):* 135-148.
10. GUTIÉRREZ, M.; M. SOLA; L. PASCUAL y A. VARGAS. 1994. Postharvest changes of sugar concentrations in chilled injured cherimoya (*Annona cherimola* Mill). *J. Plant. Physiol.* 143: 27-32.
11. LEE, S.K. y A.A. KADER. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Pág. 207-220 In: *Postharvest biology and technology* No. 20.
12. LYONS, J.M. y R.W. BREIDENBACH. 1990. Relation of chilling stress to respiration. Pág. 223-233 In C.Y. WANG (eds), *Chilling Injury of horticultural crops.* CRC Press Inc.
13. OVIEDO, E. 2000. Caracterización y valoración nutricional de frutas promisorias en la Amazonia colombiana. En: *Memorias seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana"*. Universidad de la Amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá.
14. PAÉZ, D. 2000. Caracterización fisicoquímica de los frutos y de sus principales constituyentes. En: *Memorias seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana"*. Universidad de la Amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá.
15. NAKASONE, H.Y. y R. PAULL. 1998. *Tropical fruits.* CABI, pág. 1-44.
16. PINEDO, P.M.; N.F. RAMÍREZ y L.M. BLASCO. 1981. Preliminary notes concerning the arazá (*Eugenia stipitata*), native fruit of the Peruvian Amazonia. M.A.A./INIA/IICA. Misc. Pub. 229. Lima- Perú.
17. QUEVEDO G.E. 1995. Aspectos agronómicos sobre el cultivo del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). *Agronomía Colombiana* 12(1): 27-65.
18. REYES, M.U. y R. PAUL. 1995. Effect of storage temperature and ethylene treatment on Guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. *Post Biol and Tech.* 6: 357-365.
19. SALTVEIT, M.E. y L.L. MORRIS. 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. In C.Y. Wang (eds). *Chilling horticultural crops.* CRC Press Inc. p 4-15.
20. WANG, C.Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plantas to chilling injury. *Hortscience* 17(2): 173-186.
21. WILLS, R.; B. GLASSON; D. GRAHAM y D. JOYCE. 1998. Postharvest, An introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables and ornamentals CABI Pág. 1-60.

**Aspectos biológicos y conservación
poscosecha de la piña nativa (*Ananas
comosus* L. Merr c.v. India) en la
Amazonia Occidental Colombiana**

3.1. ASPECTOS GENERALES DE LA PIÑA

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Se presume que la piña (*Ananas comosus* L. Merr.) es originaria del sureste de Brasil y Paraguay. Las mayores producciones de piña se tienen en Hawaii, México, Costa Rica, Brasil, Colombia, Honduras, República Dominicana, Malasia, India, Congo, Kenia, China, Taiwán, Vietnam, Australia, Filipinas, Bangladesh, Tailandia, Indonesia, sur África, Zaire y Costa de Marfil (Paull, 1997). En Colombia los cultivos de piña se distribuyen principalmente en los departamentos de Santander, Valle, Risaralda y Cauca, siendo la Perolera, Manzana y Cayena Lisa las variedades más cultivadas en el país (Salazar *et al.*, 1984).

LA PLANTA

La piña nativa amazónica o “cultivar India” exhibe hojas verdes con una tonalidad de rojo a púrpura que se extiende desde la parte media del haz hasta el ápice; las hojas poseen espinas rojas y duras a lo largo de sus márgenes (Figura 3.1). La piña nativa presenta una abundante producción de colinos (Pulido, 2000).

La piña nativa amazónica generalmente es propagada mediante colinos basales y axilares, los cuales son sembrados máximo 20 días después de ser retirados de la planta madre. No obstante, se recomienda la utilización de los colinos producidos en la base del



Figura 3.1. Planta de piña nativa (c.v. India) del piedemonte amazónico colombiano

fruto (colinos basales), los cuales deben ser seleccionados de acuerdo a su vigor, tamaño y forma. En los cultivos de piña nativa del piedemonte amazónico la fase vegetativa (desde la siembra hasta el inicio de la fase reproductiva) oscila entre 14 y 16 meses y la duración de la fase reproductiva (período desde la aparición floral hasta la cosecha del fruto) oscila entre 17 y 31 meses, debido a la desigualdad en la floración (Pulido, 2000). Con el objeto de reducir el tiempo de cosecha, por medio de la homogenización de la floración, Pulido (2000) recomienda la aplicación en el cogollo de 50 ml de Ethrel® en concentración de 0.5 ml/L, las plantas a ser tratadas deben presentar un porte que garantice el adecuado desarrollo del fruto.

LA FLOR

La inflorescencia de la piña se caracteriza por ser una espiga que se origina en el meristemo apical del tallo (Figura 3.2). Al momento de la floración el tallo se alarga y forma el pedúnculo que sostiene y separa la inflorescencia de las hojas de la planta.

Las brácteas de la piña se forman en espiral alrededor del tallo y disminuyen de tamaño a medida que avanzan hacia el ápice, son bastante conspicuas y, al igual que las hojas, presentan espinas rojas en sus márgenes y poseen coloraciones rojizas en el haz.

En la axila de cada una de las brácteas que constituyen la inflorescencia existe una yema floral en forma de cojín de color rojo pálido. La diferenciación floral se produce en sentido acropetalo, observándose diferentes estados florales a lo largo de la inflorescencia.

En la flor abierta la corola exhibe una estructura tubular con pétalos de color violeta (Figura 3.3). En las etapas finales de la diferenciación floral, se aprecia en el ápice de la inflorescencia un conjunto de hojas verdes pequeñas, con espinas y dispuestas en espiral, las cuales constituirán la corona del fruto (Pulido, 2000).

EL FRUTO

La piña posee un fruto múltiple denominado sorosis, cuya parte carnosa está constituida por la fusión de los tejidos de los frutos individuales y del eje de la inflorescencia (Figura 3.4). De cada una de las flores se desarrollan los frutos individuales que aparecen hacia el exterior en forma de escudetes, los cuales constituyen la corteza dura y cerosa del fruto.

Al momento de la cosecha los frutos presentan una coloración general marrón brillante y el borde de los escudetes se encuentra delineado por una to-



Figura 3.2. Inflorescencia de piña nativa c.v. India



Figura 3.3. Flor de piña nativa abierta



Figura 3.4. Fruto de piña nativa sin corona

alidad amarillo-verde. El fruto en estado maduro es de pulpa blanca a amarillo muy pálido, aromático, carnoso, jugoso y de sabor dulce.

En el tamaño final de los frutos de piña se observa una alta variabilidad, resultado del vigor de la planta (relación fuente-vertedero), las condiciones de desarrollo y el carácter silvestre de la variedad (Tabla 3.1); encontrándose pesos sin corona para la piña nativa c.v. India del Piedemonte amazónico colombiano entre 531.4 y 2400.3 g.

Tabla 3.1. Dimensiones promedio de frutos de piña nativa (c.v. India)

Variable	Pulido (2000)	Morales (2001)
Peso fresco con corona (g)	1518.82	1600 – 2000 g
Peso fresco sin corona (g)	1275.65	
Diámetro transversal (cm)	13.62	13
Diámetro longitudinal (cm)	12.79	19

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE PIÑA NATIVA C.V. INDIA

En la Tabla 3.2 se registran los datos concernientes a las determinaciones bromatológicas realizadas a frutos de piña nativa (c.v. India) del piedemonte amazónico. A rasgos generales, la piña es una importante fuente de ácido ascórbico (8 a 30 mg/100 g, según la variedad) y es rica en carbohidratos, vitaminas y minerales; asimismo, aporta lípidos y fibra a la dieta humana (Samson, 1991).

Tabla 3.2. Caracterización del fruto de piña nativa (c.v. India) del piedemonte amazónico en estado maduro

Variable	Contenido
Materia seca	8.46%
Humedad	84.5 - 88 %
Proteína	0.78 - 3.20 %
Extracto etéreo	1.54 – 5.56%
Pectina	0.86%
Hidratos de carbono	80.36%
Fibra total	6.26%
Fibra cruda	1.29 %
Cenizas	0.25 – 6.01 %
Vitamina C	14.08 mg/100 g
Calcio	134.12 mg/100 g
Potasio	2445.0 mg/100 g
Fósforo	1.41 mg/100 g
Hierro	8.5 mg/100 g

Fuentes: Barrera et al., 2001; Hernández (2000); Morales (2001); Oviedo (2000).

Usos

En la región amazónica la piña es comercializada principalmente como fruto fresco. No obstante, el fruto presenta potencial para ser utilizado agroindustrialmente en la elaboración de pulpas, néctares y productos deshidratados (osmodeshidratación y secado por convección de aire caliente).

3.2. DESARROLLO DEL FRUTO DE PIÑA

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Aproximadamente 32 días después de la emergencia de la roseta se aprecia el estado de fruto cuajado, en este momento las flores están marchitas y el fruto exhibe una longitud promedio alrededor de 8.86 cm y un color verde-amarillo. El fruto de piña presenta un crecimiento de tipo sigmoideal doble con tres estados de crecimiento, uno inicial (E1) comprendido entre el día 0 (fruto de 8.86 cm de DL) y el día 36, uno intermedio que se extiende del día 37 al día 65 (E2) y un estado final (E3) que transcurre desde el día 66 al día 86. Por su parte, Nakasone y Paull (1998) mencionan que estudios de desarrollo del



Figura 3.6. Etapas de crecimiento de la piña nativa (c.v. India) del piedemonte amazónico

fruto de piña han mostrado que la masa del fruto y sus componentes presentan un incremento sigmoïdal después de la iniciación de la inflorescencia.

El fruto de piña alcanzó su madurez de consumo alrededor de los días 72 a 79 (10-11 semanas o 2.5-2.75 meses) después del estado de fruto cuajado; no obstante, la temperatura acelera o retrasa significativamente el desarrollo del fruto (Nakasone y Paull, 1998). Paull (1997) señala que el fruto de la variedad Cayena Lisa toma alrededor 4 meses desde el fin de la última flor abierta a fruto maduro,

lo cual sugiere que el ciclo de desarrollo de la piña nativa es más corto con relación a otras variedades.

Los mayores incrementos en el tamaño y peso fresco del fruto se presentan durante los primeros estados de desarrollo, producto del alargamiento celular (Figuras 3.7 y 3.8). Por su parte, la longitud de la corona incrementa progresivamente a lo largo de todo el periodo de desarrollo del fruto (Figura 3.7). El aumento evidenciado en el peso seco durante el tercer estado de desarrollo puede ser explicado, en parte, por la acumulación de ácidos y azúcares presentada durante la maduración del fruto.

Los valores de peso fresco de los frutos maduros de piña nativa, al igual que otras variedades (los pesos de los frutos de piña del grupo Cayena Lisa pueden variar entre 0.5 y 4.0 kg), exhiben una alta variabilidad, resultado de la longitud del ciclo de cultivo, condiciones ambientales y prácticas culturales (Bartholomew y Malézieux, 1994).

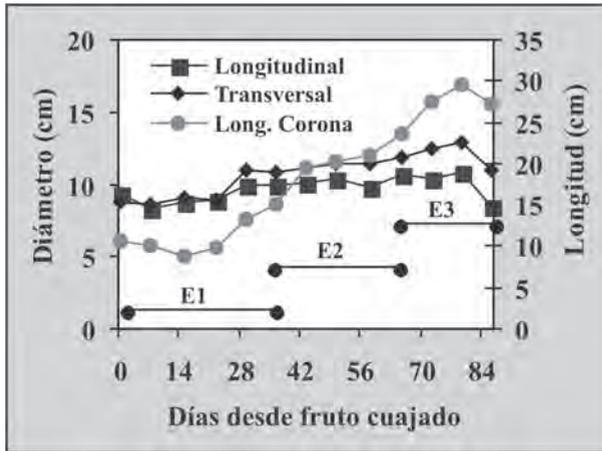


Figura 3.7. Comportamiento de los diámetros longitudinal y transversal durante el desarrollo de los frutos de piña nativa (c.v. India)

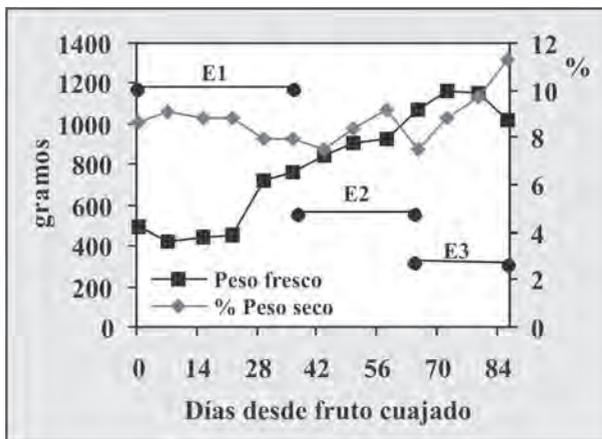


Figura 3.8. Comportamiento de los pesos fresco y seco a lo largo del desarrollo de los frutos de piña nativa (c.v. India) del piedemonte amazónico colombiano

RESPIRACIÓN

Durante la fase inicial de desarrollo los frutos muestran un incremento en la intensidad respiratoria (Figura 3.9), posiblemente producto de los procesos finales de transformación de la parte apical del fruto, puesto que el desarrollo del fruto se da en función de un patrón acropetal. El día 15 se presenta la mayor tasa respiratoria, con un valor de 10.60 mgCO₂/kg-h; posteriormente la intensidad respiratoria tiende a disminuir progresivamente hasta el final del ciclo de desarrollo.

El comportamiento de la curva de la intensidad respiratoria clasifica a la piña como un fruto No Climático de baja respiración (menor a 35 mgCO₂/kg-h) según las categorías propuestas por Nakasone y Paull (1998).



Figura 3.9. Comportamiento de la intensidad respiratoria durante el desarrollo del fruto de piña nativa

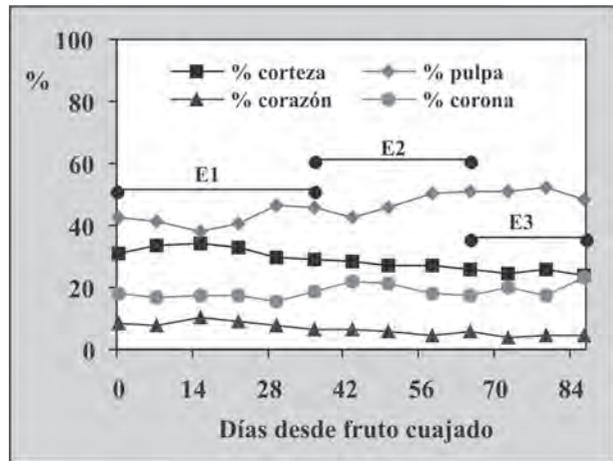


Figura 3.10. Comportamiento de las proporciones de pulpa, corteza, corazón, corona; componentes del fruto de piña nativa

CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN

Porcentaje de pulpa, corteza, corazón y corona

Las proporciones de pulpa y corteza exhiben una relación inversa durante todo el ciclo de crecimiento; alcanzando valores de 55.1% y 23% para pulpa y corteza respectivamente en el último estado. La proporción de corazón disminuye a lo largo del desarrollo del fruto, presentándose el mayor decremento en el primer estado de desarrollo; por su parte, la proporción de corona permanece relativamente

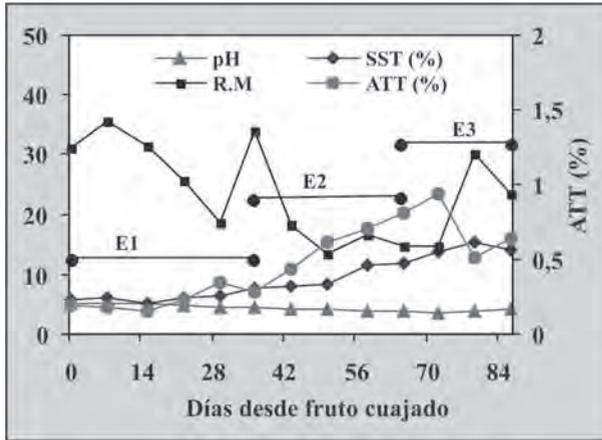


Figura 3.11. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST), pH, acidez total titulable (ATT) y relación de madurez (R.M) durante el desarrollo del fruto de piña nativa

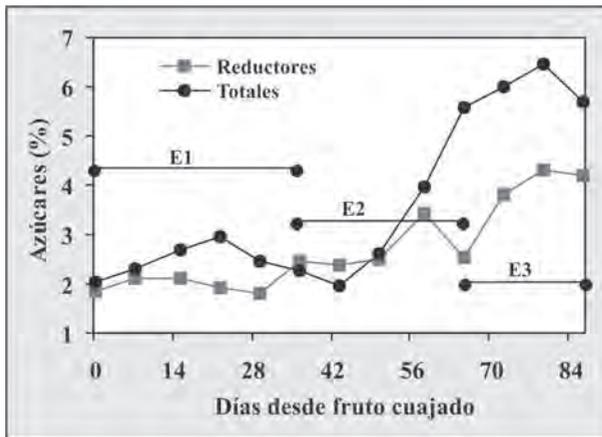


Figura 3.12. Comportamiento de los azúcares a lo largo del desarrollo del fruto de piña nativa c.v. India

constante a lo largo del ciclo de desarrollo del fruto de piña nativa c.v. India del piedemonte amazónico colombiano (Figura 3.10).

Sólidos solubles totales y Azúcares

Los sólidos solubles totales (SST) presentan un aumento a través de los tres estados de desarrollo del fruto, con un incremento marcado en el segundo estado (Figura 3.11); los frutos maduros alcanzan valores de sólidos solubles alrededor de 12-15%. Bartholomew y Paull (1986) menciona que en frutos no cosechados los SST continúan incrementando durante la senescencia.

Los azúcares totales (AT) y reductores (AR) exhiben el mayor aumento durante el último estado de desarrollo (Figura 3.12), llegando el día 79 a valores de 6.47% y 4.32% respectivamente. Por su parte, Páez (2000) registra valores de 5.77% (AT) y 4.79% (AR) para pulpa de piña nativa en estado maduro.

Acidez Total Titulable y pH

La acidez total titulable (ATT) registra un incremento a lo largo del ciclo de desarrollo, con un aumento marcado al final del mismo, resultado de la acumulación de ácidos durante el desarrollo del fruto. En contraste, el pH muestra una tendencia al decrecimiento, exhibiendo valores entre 5.1 y 3.7 (Figura 3.11).

Relación de madurez

La relación de madurez no presenta una tendencia definida, sin embargo, durante el segundo estado de desarrollo los valores tienden a aumentar (Figura 3.11), consecuencia de la mayor acumulación de azúcares con relación a los ácidos orgánicos.

3.3. MADURACIÓN E ÍNDICES DE COSECHA

Durante el proceso de maduración el nivel de firmeza disminuye, resultado del adelgazamiento de las paredes celulares y la degradación de productos de reserva (Figura 3.13). La pérdida de firmeza en la pulpa es mayor con respecto a la de la corteza.

La maduración de los frutos también suele coincidir con un cambio de color y el desarrollo del aroma y sabor característico del fruto. Al momento de la cosecha la piña nativa c.v. India debe presentar las siguientes características en aproximadamente el 20% del fruto: ojos aplanados color marrón, punta del ojo amarilla con tonalidades verdes, borde del ojo amarillo-verde y brácteas marrón en la base y rosado hacia el ápice (Figura 3.14), debido al desarrollo acropétalo del fruto, dichas características se apreciarán hacia la parte basal del mismo. El fruto en este estado de madurez puede ser transportado largas distancias, gracias a su resistencia a los daños mecánicos.

Como parámetros de recolección para la piña nativa se recomiendan el contenido de SST y el color, conforme con lo registrado

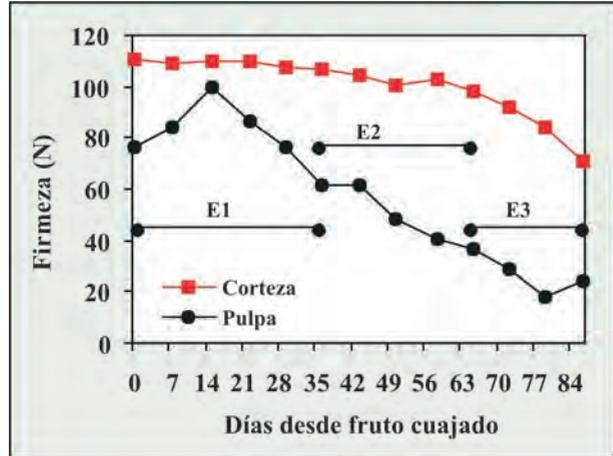


Figura 3.13. Comportamiento del nivel de firmeza en frutos de piña nativa durante el ciclo de desarrollo del fruto

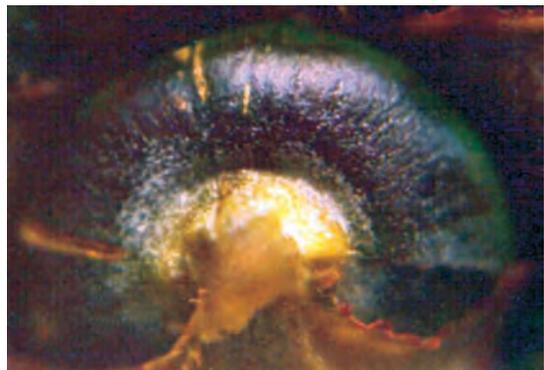


Figura 3.14. Características del ojo de piña nativa en el momento más apropiado de recolección

por Pérez *et al.* (1996), quienes mencionan que el color es uno de los parámetros más representativos de la calidad del fruto de piña, ya que indica su estado de madurez.

3.4. POSCOSECHA

DESARROLLO DE LA MADURACIÓN DEL FRUTO A 20°C

El fruto de piña nativa (c.v. India) bajo condiciones de almacenamiento de 20°C y 85% de H.R. presenta un periodo de vida útil de 18 días, momento a partir del cual se observan síntomas de senescencia (descomposición por levaduras, deshidratación, pérdida de peso, pérdida de consistencia y fermentación). Sin embargo, es posible encontrar frutos con importantes alteraciones de calidad durante el transcurso del almacenamiento.

Cambio de color

Durante el almacenamiento el fruto presenta cambios en el color de la corteza, los cuales se desarrollan en sentido acropétalo, es decir, de la base del fruto hacia el ápice (Figura 3.15; Tabla 3.3). En el estado 3 de madurez la pulpa presenta una tonalidad amarillo suave y el fruto emite un fuerte aroma. A partir del día 15 (estado 4) el fruto exhibe una coloración amarillo-naranja intensa en el epicarpio y se inicia el proceso de senescencia del fruto. Juntamente con el cambio de color se evidencia el ablandamiento de la pulpa y en algunos casos fermentación por levaduras.



Figura 3.15. Cambios de color en el fruto de piña nativa c.v. India durante el almacenamiento a 20°C

Tabla 3.3. Descriptores de color externo para piña nativa c.v. India

ESTADO DE MADUREZ	COLOR*	DESCRIPCIÓN
Estado 1	Verde oscura ⁽¹⁾	Coloración pardo-amarilla de la base hasta un 25% de la fruta
Estado 2 (día 5)	Pardo rojizo oscuro ⁽²⁾	25-50% de la fruta con coloración pardo-amarilla
Estado 3 (día 10)	Pardo rojizo oscuro ⁽³⁾	50-75% de la fruta con coloración amarillo-naranja
Estado 4 (día 15)	Rojo, rojo-amarillo ⁽⁴⁾	Más del 75% de la fruta con coloración amarillo-naranja

* Para la definición del color se tomó como referencia la tabla Munsel. (1) 5G 4/2. (2) 2.5/4. (3) 3/4. (4) 5/8.

Fuente: Morales (2001)

Firmeza

La consistencia del epicarpio no presenta diferencias significativas a lo largo del periodo de maduración, presentando un valor promedio de 98 N (Figura 3.16); este comportamiento podría estar relacionado con la elasticidad que adquieren las células parenquimáticas cuando cesa la división celular dando paso a la formación de tejido esclerenquimático, lo que redundaría en que las células se tornen más plásticas y, por tanto, conserven la resistencia a la penetración (Sterling, 1980).

Por el contrario, la consistencia del mesocarpio muestra una disminución progresiva, alcanzando valores de 24,5 N a los 15 días. Este comportamiento es producto del debilitamiento de las paredes celulares por degradación de los hidratos de carbono poliméricos (péctinas y hemicelulosas) (Wills et al., 1998).

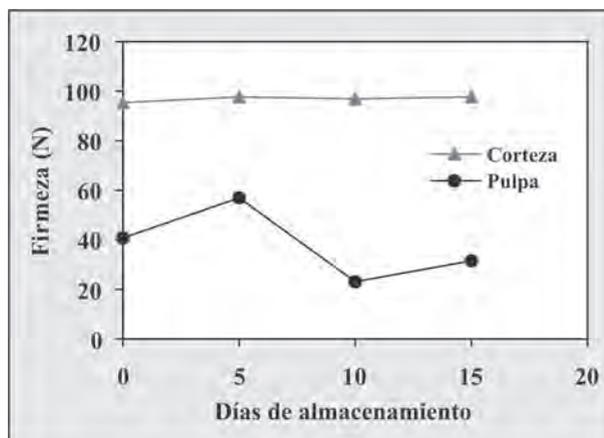


Figura 3.16. Comportamiento del nivel de firmeza durante la maduración del fruto de piña nativa a 20°C

Pérdida de peso

El peso de los frutos de piña nativa (c.v. India) disminuye durante el transcurso del periodo de maduración; los frutos primeramente presentan un peso promedio

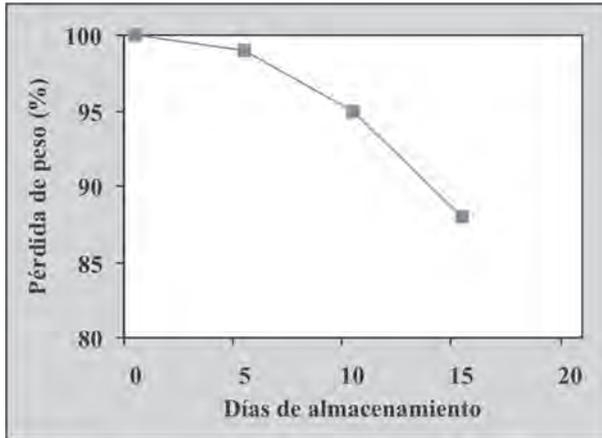


Figura 3.17. Comportamiento de la pérdida de peso durante la maduración del fruto de piña nativa (c.v. India) a 20°C

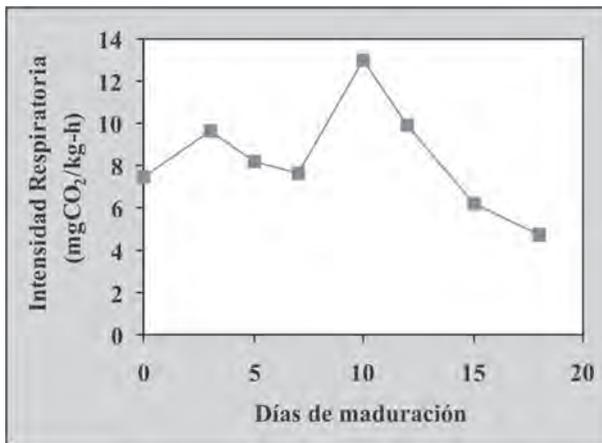


Figura 3.18. Comportamiento de la intensidad respiratoria durante la maduración del fruto de piña nativa a 20°C

de 1809.9 g (día 0), el cual disminuye progresivamente hasta 1519.6 g (día 18), presentándose una pérdida del 12% con relación al peso inicial (Figura 3.17). La disminución en el peso es resultado de los procesos de transpiración y respiración del fruto.

Intensidad Respiratoria

El comportamiento de la curva de intensidad respiratoria clasifica al fruto de piña nativa como un fruto No Climatérico de baja respiración (menor a $35 \text{ mgCO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) (Figura 3.18). No obstante, los leves incrementos presentados pueden ser explicados por los procesos de degradación y senescencia que experimenta el fruto. Por su parte, Azcon-Bieto y Talon (1993) señalan que la piña se encuentra en un punto intermedio entre los patrones Climatérico y No Climatérico.

Acidez Total Titulable y pH

Durante la maduración la acidez total titulable (ATT) aumenta, en contraste con el pH, el cual tiende a disminuir. La ATT expresada como porcentaje de ácido cítrico se incrementa de 0.46% (día 5) a 0,71% (día 18), mientras que el pH decrece de 4,03 (día 5) a 3,83 (día 18), este comportamiento concuerda con lo reportado por Bartholomew y Paull (1986), Castro *et al.* (1993) y Seymour *et al.* (1993) (Figura 3.19). Con relación al aumento de la ATT, Barrera (2000) cita que en los frutos tropicales ácidos, los ácidos orgánicos se sintetizan en mayores cantidades hasta llegar al punto óptimo de sazón.

Ácidos Orgánicos

Referente a los ácidos orgánicos se observa que durante la maduración de la piña nativa el ácido cítrico aumenta, presentando su punto máximo el día 10; el ácido málico disminuye levemente entre el día 5 y el día 15 y el ácido succínico se mantiene relativamente constante. Por su parte, el ácido propiónico, el cual está relacionado con los procesos de degradación en los frutos, aparece en los frutos a partir del día 5 y muestra un incremento permanente hasta el final de la maduración, momento en el cual alcanza valores promedio de 2,73 ppm (Figura 3.20). Por su parte, el ácido ascórbico aumenta a partir del día 5 de maduración, registrándose un valor máximo de 10.85 mg/100 g de pulpa el día 15; el contenido de Vitamina C de la piña nativa se ubica dentro del límite inferior del rango reportado por Samson (1991) para frutos de piña (8 a 30 mg/100 g). Vale la pena mencionar que en la piña los ácidos orgánicos alcanzan las tasas más elevadas durante el desarrollo de la maduración (Azcon-Bieto y Talón, 1993; Wills *et al.*, 1998).

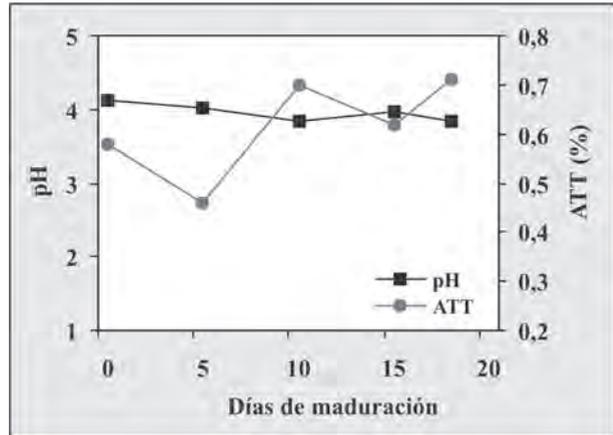


Figura 3.19. Comportamiento de la acidez total titulable (ATT) y el pH durante la maduración del fruto de piña nativa a 20°C

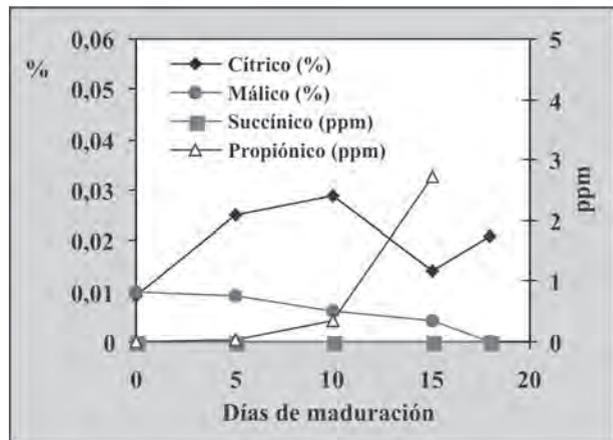


Figura 3.20. Comportamiento de los ácidos orgánicos durante la maduración a 20°C

Sólidos Solubles Totales y Azúcares

Al inicio de la maduración los sólidos solubles totales (SST) aumentan, alcanzando un valor promedio de 14,6% (día 5); posteriormente estos decrecen hasta valores alrededor de 10,4% (día 15 a día 18) (Figura 3.21).

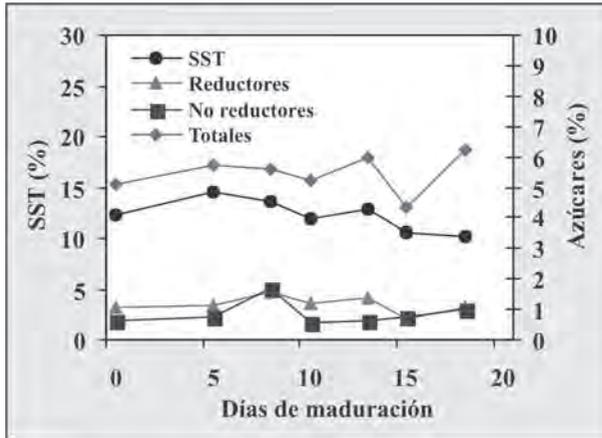


Figura 3.21. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) y los azúcares totales, reductores y no reductores durante la maduración del fruto de piña nativa a 20°C

Los azúcares totales y reductores no presentan cambios significativos durante la maduración; sin embargo, los azúcares no reductores (sacarosa) muestran un leve aumento a partir del día 10 (Figura 3.21). En poscosecha los frutos de piña no exhiben variaciones apreciables en los contenidos de azúcares, resultado de la baja intensidad respiratoria y debido a que la acumulación de azúcares en frutos No Climatéricos proviene de la savia y no de la degradación de reservas amiláceas (Wills et al., 1998).

Relación de Madurez

Primeramente la relación SST:ATT exhibe un aumento, alcanzando un valor promedio de 34.3 el día 5; a continuación disminuye llegando a valores promedio alrededor de 25.6 (día 10 a día 15) y 15 (día 18). Pantástico (1984) menciona que el punto óptimo de sazón de la piña corresponde a una relación de madurez entre 21 y 27.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA CONSERVACIÓN DEL FRUTO

Durante los últimos años la técnica más empleada para la preservación de frutos ha sido el almacenamiento a bajas temperaturas, las cuales regulan diversas actividades metabólicas haciendo que se prolongue la vida útil de los productos (FAO, 1987).

La refrigeración puede ser utilizada para la conservación de los frutos de piña (Pull y Chen, 2000); no obstante, en frutos de piña nativa (c.v. India) almacenados a 6°C se aprecian síntomas de daño por frío. Los frutos de piña nativa al ser almacenados bajo condiciones de refrigeración a 6 y 11°C y 95% de H.R. experimentan los cambios fisicoquímicos y fisiológicos que se exponen a continuación:

Cambio de color

En los frutos almacenados a 6°C la coloración del epicarpio se desarrolla lentamente, permaneciendo en el estado 1 de maduración (Tabla 3.3) desde el día 0 hasta el día 10; posteriormente y hasta el día 20 el fruto desarrolla la coloración correspondiente al estado 2 (pardo-amarilla). Los frutos llevados a maduración complementaria (3 días a 20°C) presentan un leve incremento en el color, desarrollándose el estado 3 (amarillo-naranja) en frutos sometidos a 15 días de almacenamiento seguidos por 3 días de maduración complementaria (Figura 3.22).



Figura 3.22. Cambios de color en el fruto de piña nativa c.c. India durante el almacenamiento a 20°C

Los frutos almacenados a 11°C manifiestan mayores cambios de color a través del almacenamiento, con relación a los refrigerados a 6°C, exhibiendo una coloración pardo-amarilla (estado 1) (Tabla 3.3) del día 0 al día 5, la cual se intensifica alcanzando el estado 2 de madurez hacia el día 10 (Figura 3.23); entre los 15 a 22 días de almacenamiento se presenta una coloración amarillo-naranja (estado 3). Durante el periodo comprendido entre el día 15 y el día 22 el mesocarpio presenta un color amarillo pálido y se aprecia el aroma característico del fruto. En los frutos sometidos a maduración complementaria el desarrollo del color es progresivo.



Figura 3.23. Fruto de piña nativa a los 12 días de almacenamiento a 11°C

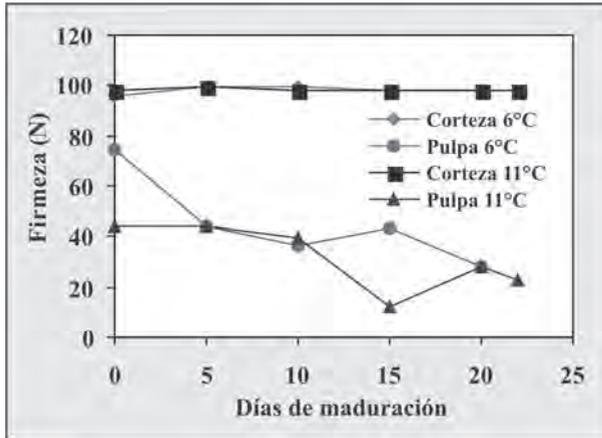


Figura 3.24. Comportamiento del nivel de firmeza de la corteza y la pulpa del fruto de piña nativa durante la refrigeración

Firmeza

La consistencia del epicarpio no es afectada por las condiciones de refrigeración ni maduración complementaria, el valor promedio de la firmeza se mantiene constante en 98 N. En contraste, la consistencia del mesocarpio tiende a disminuir, presentándose valores menores en los frutos almacenados a 11°C (Figura 3.24), resultado del efecto de la temperatura sobre la actividad enzimática de las hidrolasas y carboxilasas.

Pérdida de peso

El peso de los frutos decrece durante el periodo de almacenamiento, siendo mayor la pérdida de peso en frutos almacenados a 11°C. Los frutos almacenados a 6°C presentan una pérdida de peso de 5.69% del día 0 al día 20; por su parte, los frutos almacenados a 11°C exhiben una pérdida de peso de 10.17% para dicho periodo (Figura 3.25). En maduración complementaria (20°C y 85% de H.R.) se presentan mayores porcentajes de pérdida de peso, en relación con las condiciones de refrigeración, producto del efecto de la temperatura sobre el metabolismo del fruto; en maduración complementaria se presentan pérdidas de peso de 7.77% y 11.28% para frutos refrigerados a 6 y 11°C respectivamente.

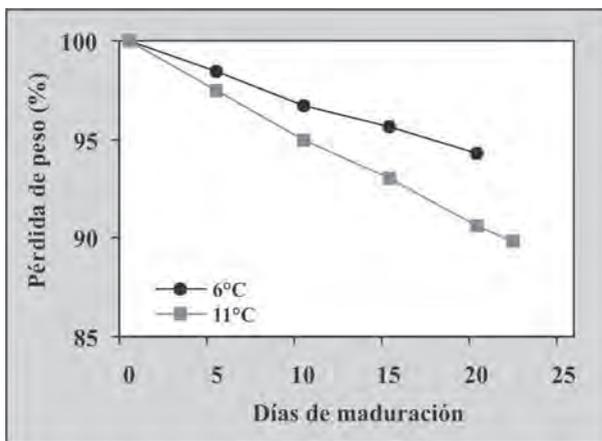


Figura 3.25. Comportamiento de la pérdida de peso a lo largo del almacenamiento de frutos de piña nativa a 6 y 11°C

Las pérdidas de peso en frutos refrigerados a 6 y 11°C son menores a las pérdidas presentadas en almacenamiento a 20°C, indicando que la utilización

de un periodo de refrigeración seguido por uno de maduración complementaria constituye una opción efectiva para reducir las pérdidas de peso en frutos de piña nativa en poscosecha.

Intensidad Respiratoria

Durante la refrigeración de los frutos de piña nativa a 6 y 11°C no se presentan cambios significativos en las tasas respiratorias (Figura 3.26). A partir del día 10 los frutos almacenados a 11°C exhiben intensidades respiratorias mayores respecto a los frutos refrigerados a 6°C; de igual manera, los frutos transferidos a maduración complementaria presentan un incremento en las tasas respiratorias.

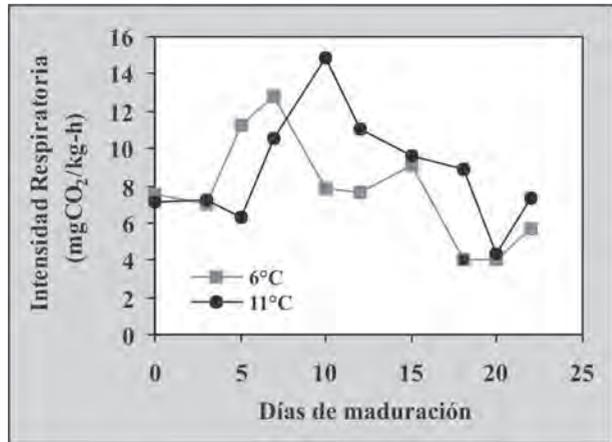


Figura 3.26. Comportamiento de la intensidad respiratoria en frutos de piña nativa durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración

El comportamiento de la intensidad respiratoria en los frutos de piña nativa almacenados a bajas temperaturas (6 y 11°C) concuerda con las tasas respiratorias reportadas para frutos de otras variedades de piña almacenados a temperaturas entre 5 y 15°C, las cuales se encuentran en un rango de 4 a 16 mgCO₂kg⁻¹h⁻¹ (Paull, 1997; Paull y Chen, 2000; Seymour *et al.*, 1993).

Acidez total titulable y pH

Bajo condiciones de refrigeración el pH tiende a decrecer a lo largo del almacenamiento (Figura 3.27); en contraste, con la acidez total titulable (ATT). Los valores de pH oscilaron entre 3.8-4.3 y 3.7-4.4 para los frutos almacenados a 6°C y 11°C respectivamente; por su parte, los valores de ATT oscilaron entre 0.5-0.9

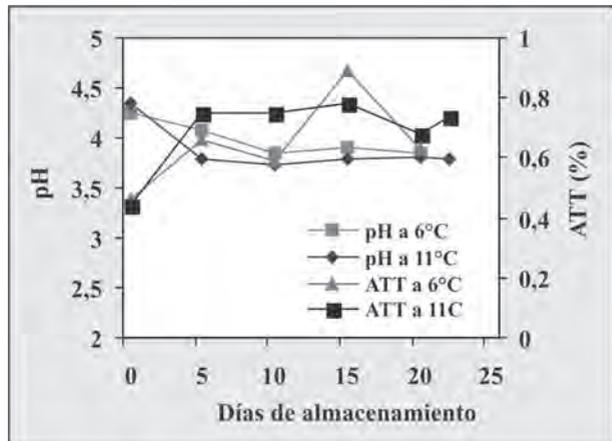


Figura 3.27. Comportamiento del pH y la acidez total titulable (ATT) a lo largo de la maduración del fruto de piña nativa en condiciones de almacenamiento a 6 y 11°C

y 0.4-0.8 para los frutos almacenados a 6°C y 11°C respectivamente. El comportamiento de la ATT coincide con lo encontrado por Castro *et al.* (1993) en frutos de Cayena Lisa y Manzana conservados a 8°C.

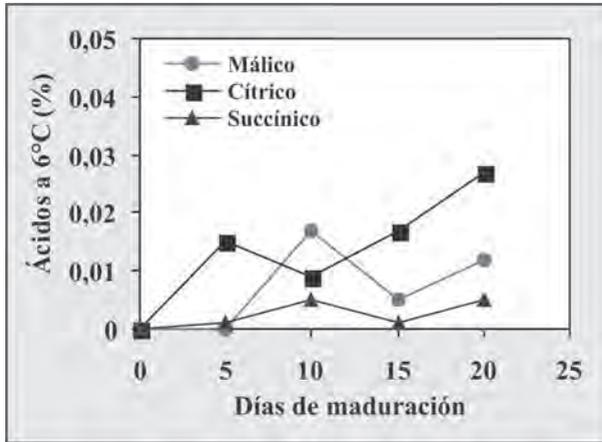


Figura 3.28. Comportamiento de los ácidos orgánicos a lo largo de la maduración del fruto de piña nativa en condiciones de almacenamiento a 6°C

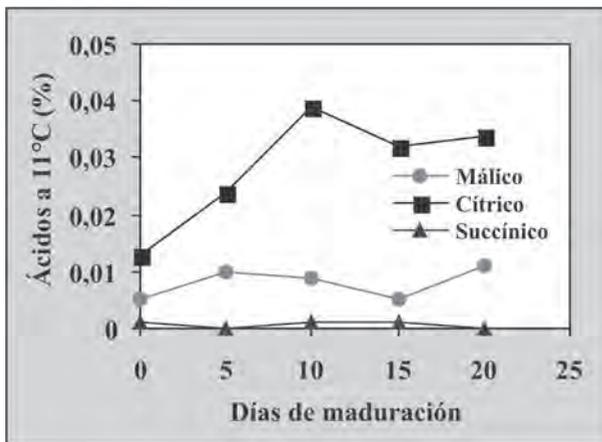


Figura 3.29. Comportamiento de los ácidos orgánicos a lo largo de la maduración del fruto de piña nativa en condiciones de almacenamiento a 11°C

Ácidos orgánicos

Los frutos de piña nativa almacenados a 6 y 11°C presentan ácido cítrico, málico y succínico (Figuras 3.28 y 3.29). Los contenidos de ácido cítrico son mayores en los frutos almacenados a 11°C, estos oscilan entre 0.014% (día 0) y 0.034% (día 20); el ácido málico exhibe leves aumentos a lo largo del periodo de refrigeración. Los ácidos málico y succínico muestran leves variaciones a través del periodo de almacenamiento.

Sólidos Solubles Totales y Azúcares

Durante el almacenamiento de los frutos de piña nativa a 6 y 11°C no se presentan cambios significativos en el contenido de sólidos solubles totales (SST); no obstante, en los frutos refrigerados a 6°C se aprecia un leve aumento en los SST, los cuales incrementan de 12.08% (día 0) a 14.15% (día 20). En los frutos almacenados a 11°C el contenido de SST exhibe una tendencia al descenso a partir del día 5 (13.13%),

presentándose un valor de 11.93% el día 20 (Figuras 3.30 y 3.31).

En los frutos almacenados a 6°C los azúcares exhiben una tendencia al aumento del día 5 (7.60% de azúcares totales y 5.28% de azúcares reductores) al día 10 (7.65% de azúcares totales y 6.38% de azúcares reductores), dicho comportamiento puede ser consecuencia del estrés por bajas temperaturas (Wang, 1982). En los frutos refrigerados a 11°C los azúcares totales disminuyeron de 6.48% (día 0) a 6.16% (día 20) y los azúcares reductores decrecieron de 5.23% (día 0) a 3.71% (día 20) durante el almacenamiento; sin embargo, no se presentan variaciones significativas.

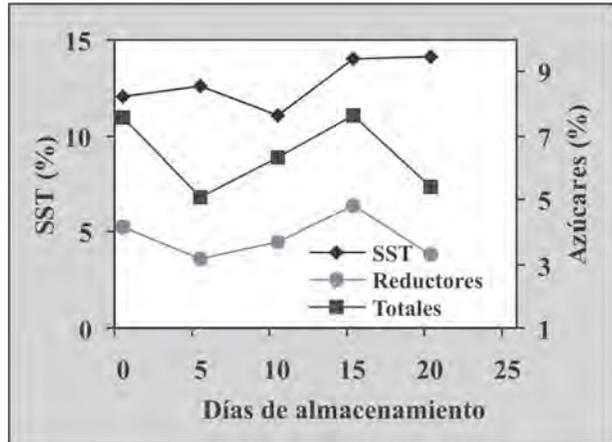


Figura 3.30. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) y los azúcares totales y reductores durante el almacenamiento del fruto de piña nativa a 6°C

Relación de Madurez

A lo largo del almacenamiento a 6 y 11°C la relación de madurez (SST:ATT) tiende a disminuir, producto del comportamiento de los sólidos solubles totales (Figuras 3.30 y 3.31) y la acidez total titulable (Figura 3.27). Inicialmente (día 0) se presentan valores de 28.9 (6°C) y 28.6 (11°C), los cuales decrecen hasta llegar a 14.23 (día 15) y 17.70 (día 20) para los frutos refrigerados a 6 y 11°C respectivamente. Los valores anteriores son menores con relación a los observados en frutos madurados a 20°C (Figura 3.32), apreciándose de esta manera la influencia de la temperatura en el desarrollo del punto óptimo de sazón del fruto.

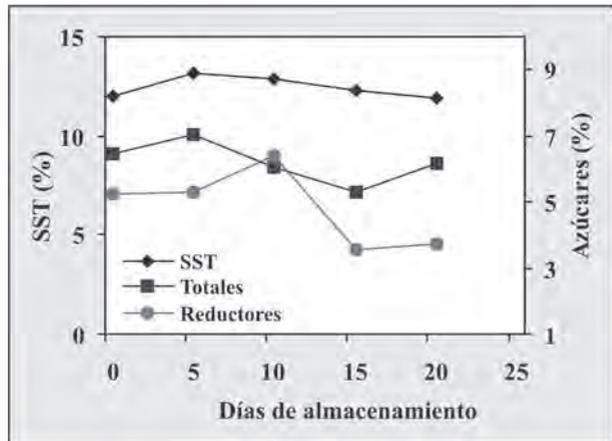


Figura 3.31. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) y los azúcares totales y reductores durante el almacenamiento del fruto de piña nativa a 11°C

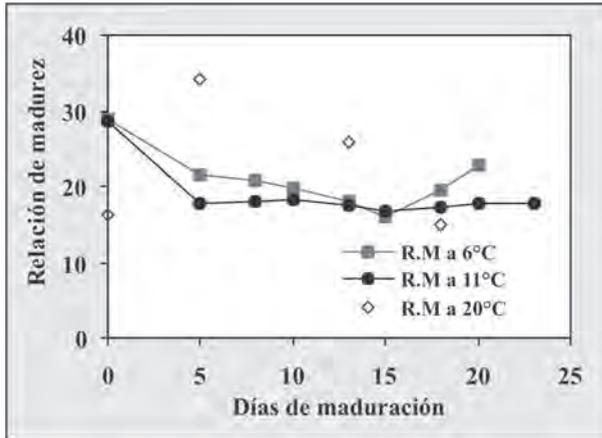


Figura 3.32. Comportamiento de la relación de madurez (R.M) a lo largo del almacenamiento de frutos de piña nativa

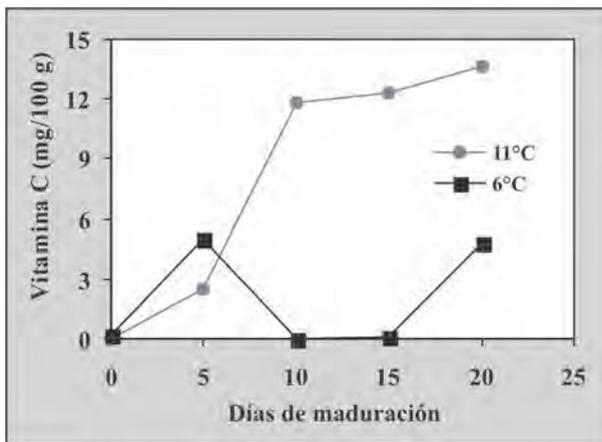


Figura 3.33. Comportamiento de la vitamina C durante el almacenamiento de frutos de piña nativa

Vitamina C

Los frutos almacenados a 6°C muestran dos picos en el contenido de ácido ascórbico, con valores de 5.01 g/100g (día 5) y 4.85 g/100g (día 20). En los frutos almacenados a 11°C se aprecia una tendencia al incremento, durante el periodo de almacenamiento las concentraciones de vitamina C oscilan entre 2.46 g/100g (día 0) y 13.70 g/100g (día 20) (Figura 3.33). Es probable que el comportamiento del ácido ascórbico en los frutos refrigerados a 6°C este directamente relacionado con las lesiones por enfriamiento, puesto que los frutos susceptibles a daños por frío contienen bajos contenidos de ácido ascórbico y azúcares (Bartholomew y Paull, 1986; Lee y Kader, 2000; Seymour *et al.*, 1993); asimismo, se conoce que la destrucción del ácido ascórbico puede ocurrir antes de que los síntomas del daño por frío se hagan visibles en los frutos (Lee y Kader, 2000).

DAÑOS EN POSCOSECHA

El fruto debe ser cosechado y transportado adecuadamente, puesto que los daños mecánicos ocasionan pardeamiento de la pulpa (Paull y Cheng, sin publicar). La piña nativa presenta una mayor susceptibilidad a daños mecánicos en los estados avanzados de madurez (Pulido, 2000).

En los frutos dañados, sobremaduros o con fisuras en la corteza se presentan procesos de fermentación en la pulpa, resultado del desarrollo de levaduras y bacterias (Paull y Cheng, sin publicar; Pulido, 2000).

Los frutos de piña nativa almacenados a 20°C y 85% H.R muestran signos de senescencia a partir del día 10 de maduración, en este momento los frutos empiezan a presentar aromas extraños. Asimismo, se aprecia una pérdida de peso considerable, deshidratación del epicarpio y presencia de pudriciones causadas por hongos y levaduras. Con relación a las características organolépticas, se observa que el día 8 de maduración la fruta exhibe una buena apariencia y sabor agradable; en contraste, con el día 18 cuando los frutos presentan magulladuras, manchas y aroma y sabor muy fuertes (Figuras 3.34 y 3.35).

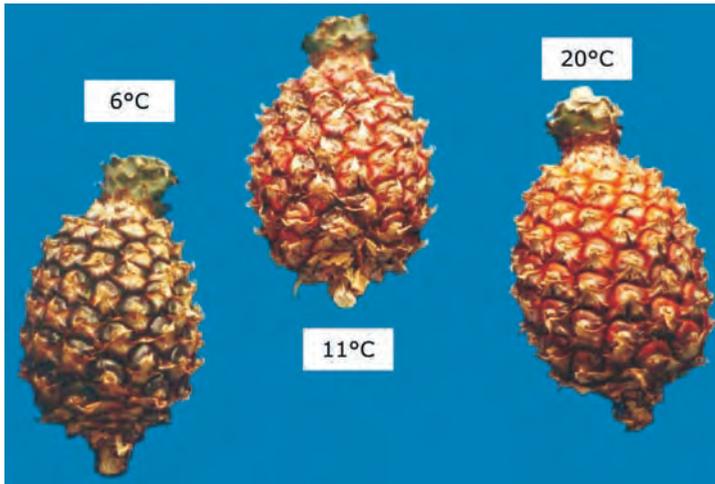


Figura 3.34. Apariencia externa de frutos de piña nativa almacenados a 6, 11 y 20°C por 23 días

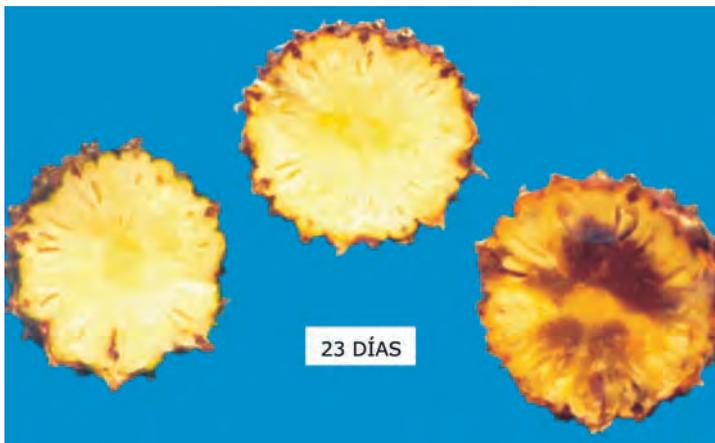


Figura 3.35. Apariencia interna de frutos de piña nativa almacenados a 6, 11 y 20°C por 23 días

En poscosecha es posible encontrar escamas (*Diaspis bromelia* Kerner) sobre la corteza de la zona basal del fruto. Igualmente, se manifiesta el daño denominado pudrición del fruto o pudrición negra, causado por *Thielaviopsis paradoxa* De Seynes, este daño se desarrolla

de la base del fruto hacia la corona y se caracteriza por ser una pudrición negra acuosa que invade el corazón del fruto y se extiende hacia el mesocarpio (Morales, 2001; Paull, 1997; Paull y Chen, 2000; Salazar y García, 1996; Serna, 1998) (Figura 3.36). Con el objeto de prevenir la aparición de este tipo de daños se debe realizar una adecuada selección y desinfección de los frutos.



Figura 3.36. Daño por hongos en un fruto de piña nativa almacenado a 20°C por 18 días

La piña nativa (c.v. India), al igual que otras variedades, presenta susceptibilidad al daño por frío. Los frutos almacenados a 6°C manifiestan deshidratación y escaldaduras en el

epicarpio al ser evaluados después de 15 de refrigeración y 10 días de refrigeración con 3 días de maduración complementaria a 20 °C. Los frutos almacenados a 6 °C no exhiben los procesos degradativos que ocurren con la senescencia; de igual manera, no presentan el aroma y sabor característicos y durante la maduración complementaria desarrollan sabores ácidos.

Los síntomas de daño por enfriamiento normalmente se desarrollan durante el periodo de maduración complementaria; en los frutos almacenados a 6°C, inicial-



Figura 3.37. Daño por frío en frutos de piña nativa almacenados a 6°C por 15 y 23 días y llevados a maduración complementaria a 20°C

mente (día 13) se aprecia una coloración pardo suave en el 4.05% del mesocarpio del fruto, la cual se intensifica a lo largo del almacenamiento hasta llegar a una coloración marrón intensa en el 19.6% del mesocarpio (día 23) (Figura 3.37). El pardeamiento del mesocarpio suele empezar en torno de los haces vasculares, posiblemente a causa de la oxidación de fenoles en los tejidos por acción de la polifenoloxidasas (Das *et al.*, 1997; Paull, 1986; Rubio, 1999; Wang, 1994). La reducción del pardeamiento puede lograrse mediante la selección de frutos con altos contenidos de SST y vitamina C; el ácido ascórbico es probablemente un inhibidor de la actividad de la polifenoloxidasas. Asimismo, el cubrimiento de los frutos con ceras puede reducir la severidad de las lesiones por enfriamiento, sin embargo, este método no evita la manifestación de los síntomas (Das *et al.*, 1997).

La apariencia externa de los frutos almacenados a 11°C se ve afectada por signos de deshidratación y escaldaduras a partir del día 15 de refrigeración y de los 10 días de refrigeración con 3 días de maduración complementaria a 20 °C; no obstante, el fruto desarrolla el sabor y aroma característico y no exhibe pudriciones ni daño por frío.

3.5. BIBLIOGRAFÍA

1. AZCON-BIETO, J. y M. TALÓN. 1993. *Fisiología y Bioquímica Vegetal*, primera edición. Interamericana McGraw Hill. España. Pág. 463-478.
2. BARRERA, J.A. 2000. *Parámetros e índices de recolección de frutas amazónicas promisorias de la Amazonia occidental colombiana*. En: *Memorias Seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana"*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Universidad de la Amazonia. PRONATTA. Florencia-Caquetá.
3. BARRERA, J.A.; M.S. HERNÁNDEZ; D. PÁEZ y E. OVIEDO. 2001. *Tecnologías para el aprovechamiento integral de frutas nativas en la región amazónica colombiana*. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Instituto Amazónico de investigaciones científicas -SINCHI-. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.
4. BARTHOLOMEW, D.P. y R.E. PAULL. 1986. *Pinneapple*. Pág. 371-386 En: Mosselise, S. (ed.), *Handbook of fruit set and development*. CRC Press, Inc. Boca Ratón, Florida.
5. BARTHOLOMEW, D. y E. MÁLEZIEUX. 1994. *Pineapple*. Pág. 243-291 En: B. Schuffer y P. Andersen (eds.), *Handbook of environmental physiology of fruit crops Vol. II. Subtropical and tropical fruits*. CRC Press Inc. Boca Ratón, Florida.
6. CASTRO, L.; G. ECHEVERRI; R. SALAZAR y A. PINON. 1993. *Efecto de la temperatura an el almacenamiento de dos variedades de piña, Cayena Lisa y Manzana*. En: *Memorias primer simposio latinoamericano de piñicultura*. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.
7. DAS, J.R.; S.G. BHAT y L.R. GOWDA. 1997. *Purification and characterization of a polyphenol oxidase from the Kew cultivar of Indian pineapple fruit*. *J. Agric. Food. Chem.* 45 (6): 2031-2035.
8. FAO. 1987. *Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas*. Serie tecnológica postcosecha No. 6. www.fao.org.
9. HERNÁNDEZ, M.S. 2000. *Fisiología de la maduración de frutos amazónicos*. En: *Memorias Seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana"*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Universidad de la Amazonia. PRONATTA. Florencia-Caquetá.
10. HERNÁNDEZ, N.R. 2000. *Elaboración y obtención de productos deshidratados y osmodeshidratados de piña nativa (Ananas comosus)*. Tesis (pregrado). Universidad de Pamplona.

11. LEE, S.K. y A.A. KADER. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Pág. 207-220 En: *Postharvest biology and technology* No. 20.
12. MORALES, M. 2001. Comportamiento fisiológico del fruto de piña nativa (*Ananas comosus* L. Merril.) c.v. India bajo condiciones de almacenamiento durante el periodo de posrecolección. Tesis (pregrado). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 pág.
13. NAKASONE, H.Y. y R.E. PAULL. 1998. *Tropical fruits*. CAB International. New York. Pág. 292-327.
14. OVIEDO, E. 2000. Caracterización y valoración nutricional de frutas promisorias en la Amazonia colombiana. En: *Memorias seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana"*. Universidad de la Amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá.
15. PANTÁSTICO, E.R. 1984. *Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales, segunda edición*.
16. PAULL, R.E. 1997. Pineapple. Pág. 291-323 En Mitra, S.K. (ed.), *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*. CAB International. New York.
17. PAULL, R.E. y C.C. CHEN. 2000. Pineapple. *Postharvest quality maintenance guidelines*. Un published.
18. PÉREZ, M.; J. ZAMBRANO y J. MANZANO. 1996. Relación entre el color de los frutos de piña c.v. Española Roja y su estado de madurez. V Congreso nacional de frutales. Revista Alcante Vol. 50: 89-95. Maracay-Venezuela.
19. PULIDO, P. 2000. Desarrollo reproductivo de la piña en el piedemonte amazónico colombiano su respuesta a la inducción con etileno. Tesis (pregrado). Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Biología, Universidad de los Andes. Bogotá. 97 pág.
20. PULIDO, P.; D.V. GONZÁLEZ; M.S. HERNÁNDEZ; J.A. BARRERA y O. MARTÍNEZ. 2001. Desarrollo del fruto e índices de cosecha de la piña nativa (*Ananas comosus*) c.v. India producida en el piedemonte amazónico. Sin publicar.
21. RUBIO, E. 1999. Estudio del cambio de actividad de PFO, durante el proceso de maduración de lulo. Tesis (maestría). Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Universidad nacional de Colombia.
22. SALAZAR, R. Y A. GARCÍA. 1996. Control de enfermedades y plagas en la piña. ICA, Boletín de sanidad vegetal No. 9. Bogotá.
23. SALAZAR, C.; A. GARCÍA y E. ARÉVALO. 1984. *Sistemas de cultivo de la piña*. ICA. Pág. 1-16.
24. SAMSON, J. 1991. *Fruticultura tropical*. Limusa-Noriega. México. Pág. 229-358.
25. SERNA, V.J. 1998. *El cultivo de la piña*. Manual técnico. FEDECAFÉ-PROEXPORT. 114 pág.
26. SEYMOUR, G.B.; J.E. TAYLOR y G.S. TUCKER. 1993. *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman y may. London. Great Britain. Pág. 123-143.
27. STERLING, C. 1980. Anatomy of toughness in plant tissues. Pág. 43-54 En: N.F. Haard y D.K. Salunkhe (eds.), *Postharvest biology and handling of fruits and vegetables*. The Avi publishing company, Inc. Westport, Connecticut.
28. WANG, C.Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. *HortScience*, Vol. 29 (9): 173-186.
29. WANG, C.Y. 1994. Chilling injury of tropical horticultural commodities. *HortScience*, Vol. 29 (9): 986-988.
30. WILLS, R.; B. GLASSON; D. GRAHAM y D. JOYCE. 1998. *Postharvest, An introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables and ornamentals* CABI Pág. 1-60.

**Biología y tecnología poscosecha
de la carambola (*Averrhoa
carambola* L.) en la Amazonia
Occidental Colombiana**

4.1. ASPECTOS GENERALES DE LA CARAMBOLA

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La carambola (*Averrhoa carambola* L.), pertenece a la familia *Oxalidaceae* y es originaria de Asia Tropical. Actualmente esta fruta se encuentra presente en numerosos lugares de los trópicos y subtropicos, en países tales como: Australia, Brasil, China, Estados Unidos, Francia, Haití, Indochina, Malasia, México y Tailandia. En Colombia, aunque no en grandes cultivos, se tiene una amplia distribución en los departamentos de Valle del Cauca, Córdoba, Antioquia, Caldas, Quindío y Tolima, y en la región de la Amazonia (Nakasone y Paull, 1998; Villegas, 1998).

LA PLANTA

El árbol de carambola ácida del piedemonte amazónico (Figura 4.1) exhibe un follaje denso con hojas compuestas, alternas, pecioladas, imparipinadas, de color bronceado cuando jóvenes y de color verde en la madurez (Figura 4.2). Las hojas poseen entre 9 y 13 foliolos pubescentes en el envés y en la zona central del haz, los foliolos se encuentran más o menos inclinados. Los árboles presentan estructuras reproductivas (flores y frutos) en diferente grado de desarrollo (González, 2000).

La carambola puede ser propagada por métodos sexuales y asexuales; siendo recomendables los injertos de parche, púa lateral y púa en bisel o doble bisel para el caso de la propagación asexual. Aunque algunas plantas injertadas pueden producir flores en 9 meses, es normal que muchas plantas provenientes de semilla no entren en floración hasta los 4-6 años de edad (Bernal *et al.*, 1999; Nakasone y Paull, 1998). La mejor calidad de fruto y altos rendimientos se obtienen bajo ambientes tropicales; dependiendo de la edad y de las condiciones ambientales y de manejo, el rendimiento puede variar entre los 45 a 500 kg.árbol⁻¹.año⁻¹ (Galán, 1991; George y Nissen, 1994; Villegas, 1998).

LA FLOR

Las inflorescencias de la carambola se desarrollan en las axilas de las hojas, concentrándose hacia la periferia del árbol; estas se caracterizan por ser panículas de tonalidades rojas y púrpuras (Figura 4.3). Las panículas se desarrollan por un periodo de 4 a 6 semanas, presentan longitudes entre 1.8 y 8 cm y exhiben desde muy pocas hasta cerca de 80 estructuras en diferente grado de desarrollo (botones florales, flores y frutos).

Las flores de la carambola son completas (Figura 4.4) y de estilo largo (longistilia), están conformadas por cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estambres, cinco estaminodios y un ovario súpero con cinco estilos. Las flores abren gradualmente durante las horas de la mañana y cierran en la tarde, durante la apertura son visitadas por abejas *Apis mellifera* y *Trigona* sp. En un seguimiento a inflorescencias de carambola se encontró que menos del 25% de las panículas presentan frutos cuajados (entre 1 y 8 frutos por inflorescencia); asimismo, se observó que regularmente se desarrolla solo un fruto por panícula (González, 2000).

EL FRUTO

El fruto es una baya carnosa de forma ovoide a elipsoidal variada (Figura 4.5), con cuatro a seis aristas longitudinales y redondeadas que lo dotan de una típica sección en forma de estrella (Figura 4.6), algunas veces modificada. La baya en estado maduro es jugosa, presenta un aroma agradable, exhibe un color naranja opaco y contiene de una a cinco semillas. En el tamaño final de los frutos de carambola se observa una alta variabilidad, resultado de la dispersión y número de frutos en el árbol (relación fuente-vertedero), el vigor de la planta, las condiciones de desarrollo y el carácter silvestre de la variedad (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Dimensiones promedio de frutos de carambola ácida del piedemonte amazónico

Variables	Cubillos e Isaza (1999)	González (2000)	Palacios y Rodríguez (2001)
Diámetro longitudinal (cm)	8.89 (0.99 ^a)	7.54 (5.9-9.35 ^b)	7.46
Diámetro transversal (cm)	5.71 (0.76 ^a)	4.56 (3.48-5.82 ^b)	4.56
Peso fresco (g)	95.13 (22.48 ^a)	56.37 (27.63-86 ^b)	58.45

a. Desviación estándar b. Intervalo de valores presentados



Figura 4.1. *Árbol de carambola ácida del piedemonte amazónico colombiano*



Figura 4.2. *Hojas de carambola*



Figura 4.3. *Panícula de carambola*



Figura 4.4. *Flor*



Figura 4.5. *Baya de carambola*

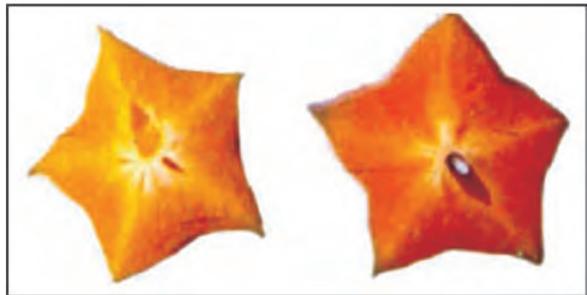


Figura 4.6. *Sección transversal de frutos de carambola*

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE CARAMBOLA ÁCIDA DEL PIEDEMONTE AMAZÓNICO EN ESTADO MADURO

En la Tabla 4.2 se registran los datos concernientes a las determinaciones bromatológicas y de minerales realizadas a frutos de carambola ácida del piedemonte amazónico. En el ámbito mundial se reporta que la carambola es un fruto bajo en calorías, buena fuente de potasio y vitamina A, y una fuente moderada de vitamina C. Asimismo, se registra que las variedades extremadamente ácidas son ricas en ácido oxálico y que el fruto de carambola puede contener hasta 14 aminoácidos (Galán, 1991; Holman, 1998; Morton, 1987; Rollins, 1997).

Tabla 4.2. Caracterización química del fruto de carambola ácida del piedemonte amazónico colombiano

Variable	Contenido		
	Verde	Pintón	Maduro
Materia seca (%bs)	4.76	4.87	4.81
Proteína cruda (%bs)	7.04	7.47	7.28
Extracto etéreo (%bs)	1.82	2.32	2.511
ENN (%bs)	56.39	48.33	54.84
Fibra (%bs)	31.07	38.3	31.88
Cenizas (%bs)	3.7	3.57	3.5
Calcio* (mg/100 g de pulpa)	31.8 – 22.15	40.05 – 26.80	33.95 – 0.08
Hierro* (mg/100 g de pulpa)	3.7 – 0.24	2.7 – 0.20	2.85 – 0.24
Magnesio* (mg/100 g de pulpa)	94.2 – 13.45	92.15 – 12.55	84.25 – 11.70
Sodio* (mg/100 g de pulpa)	0.6 – 0.15	0.25 – 0.20	0.65 – 0.34
Cobre* (mg/100 g de pulpa)	0.32 – 0.19	0.35 – 0.05	0.5 – 0.08
Potasio* (mg/100 g de pulpa)	1170 – 104.8	1165 – 114.8	1080 – 120.2

* El primer valor corresponde a las determinaciones realizadas en cenizas y el segundo a las realizadas en jugo.

Fuente: Cubillos e Isaza (1999).

Usos

En la región amazónica la carambola es comercializada principalmente como fruto fresco. No obstante, el fruto presenta potencial para ser utilizado agroindustrialmente en la elaboración de pulpas, mermeladas, néctares y productos osmodeshidratados.

4.2. DESARROLLO DEL FRUTO DE CARAMBOLA

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Entre 4 y 5 días después de la apertura de la flor se aprecia el fruto cuajado, en este momento el fruto presenta una longitud alrededor de 7 mm y un color verde-amarillo, y los pétalos han caído o permanecen secos en el ápice del fruto.

El fruto presenta un crecimiento de tipo sigmoïdal simple con tres estados de desarrollo; encontrándose un período de desarrollo de 83 días del estado de fruto cuajado al estado de fruto maduro (verde-amarillo).

No obstante, el periodo de desarrollo del fruto depende del cultivar, prácticas de manejo y condiciones climáticas, en especial la temperatura (Figura 4.7).



Figura 4.7. Etapas de crecimiento del fruto de carambola variedad ácida del piedemonte amazónico colombiano

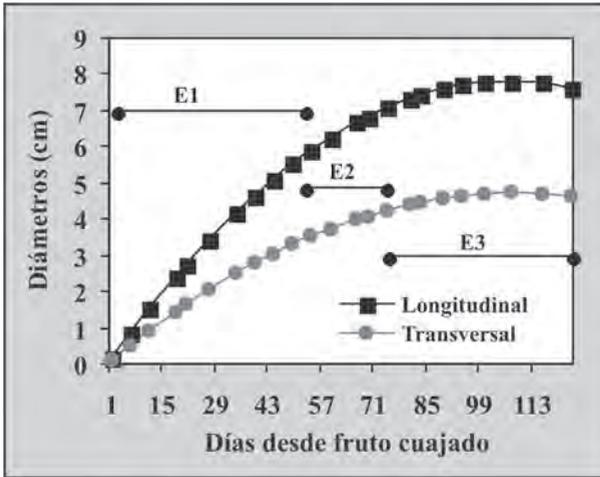


Figura 4.8. Comportamiento de los diámetros durante el ciclo de desarrollo del fruto de carambola

Las dimensiones de los frutos de carambola ácida del piedemonte amazónico se encuentran dentro de los extremos inferiores de los valores citados por diferentes autores para las diversas variedades de carambola (Arkin, Golden Star, Newcomb, B-2, B-10, Sri Kambangan); a nivel mundial, se reportan diámetros longitudinales

El tamaño y el peso del fruto incrementan a lo largo de los dos primeros estados de desarrollo (día 1 a 74), principalmente como consecuencia de la división y aumento de tamaño de las células parenquimáticas que constituyen el mesocarpio del fruto; durante el último estado de desarrollo se presenta un pequeño aumento en el tamaño y peso del fruto, después del cual estos parámetros se estabilizan (Figuras 4.8 a 4.10).

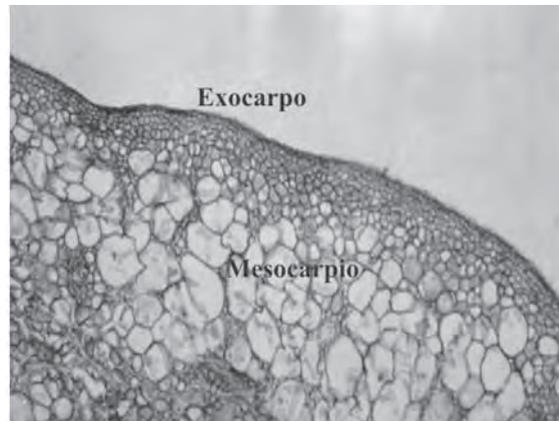


Figura 4.9. Corte transversal del fruto de carambola. En la lámina se aprecian células parenquimáticas de diferentes tamaños

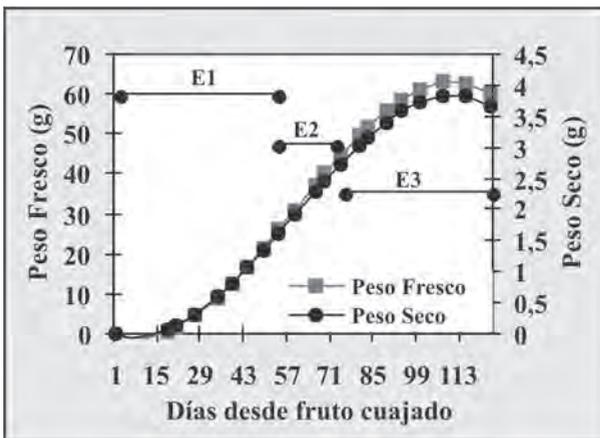


Figura 4.10. Comportamiento de los pesos durante el ciclo de desarrollo del fruto de carambola

entre 4.79 y 25 cm y diámetros transversales entre 3 y 10 cm (Cooper *et al.*, 1995; Crane, 1993; Holman, 1998; Nairn, 1987; Villegas, 1998). Por su parte, los valores de peso fresco de esta variedad son menores a los mencionados por Galán (1991) como deseables para la comercialización en fresco (pesos entre 100 y 300 gramos).

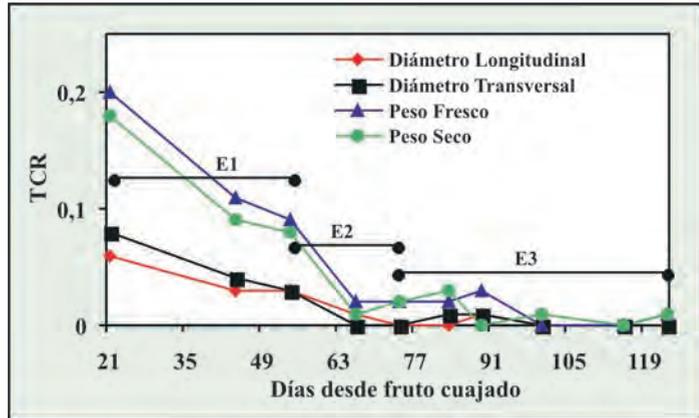


Figura 4.11. Comportamiento de las tasas de crecimiento relativo (TCR) a lo largo del desarrollo

Las tasas de crecimiento relativo decrecen durante los dos primeros estados (Figura 4.11), presentándose los mayores valores durante la fase inicial (día 1 a 54) y la fase final (día 75 a 123) de crecimiento; de esta manera se evidencian dos períodos críticos de crecimiento que se registran entre los días 1 a 66 y alrededor de los días 83 a 89.

RESPIRACIÓN

Durante la fase inicial de desarrollo los frutos presentan altas tasas respiratorias, las cuales disminuyen progresivamente hasta el día 54 (Figura 4.12), a partir del cual las tasas respiratorias exhiben valores bajos (8.70 a 22.343 mgCO₂/kg-h). Debido a que la actividad respiratoria suministra la energía necesaria para los procesos de desarrollo y mantenimiento celular se observa que los valores altos de intensidad respiratoria coinciden con el periodo de mayor crecimiento en diámetros y pesos del fruto.

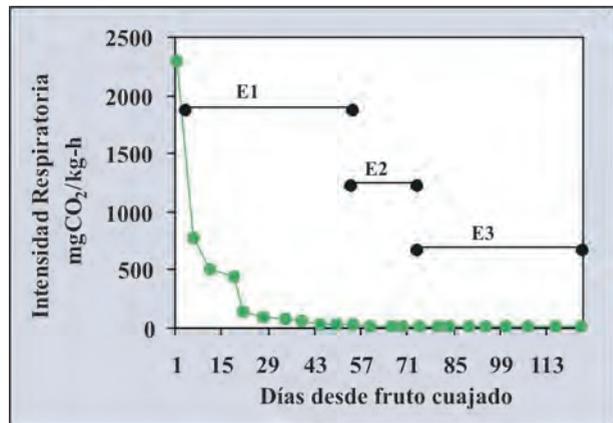


Figura 4.12. Comportamiento de la intensidad respiratoria durante el desarrollo

El comportamiento de la curva de la intensidad respiratoria clasifica a la carambola como un fruto No Climatórico de baja respiración (menor a 35 mgCO₂/kg-h) (Nakasone y Paull, 1998).

CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN

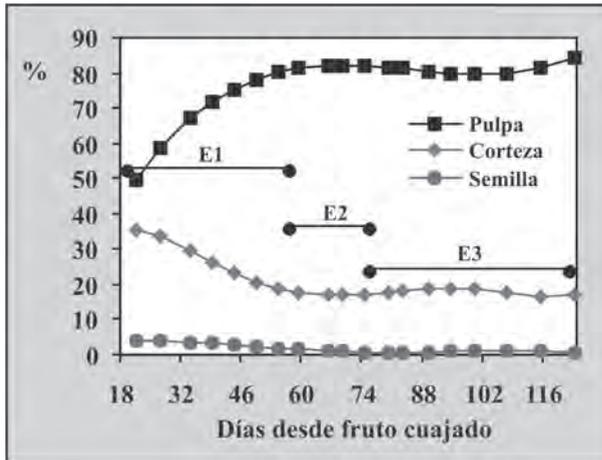


Figura 4.13. Comportamiento de los porcentajes de pulpa, corteza y semilla a lo largo del ciclo de desarrollo del fruto

Porcentaje de pulpa, corteza y semilla

Las proporciones de pulpa y corteza presentan una relación inversa (Figura 4.13). Se observa un incremento en el porcentaje de pulpa hasta el día 66, a partir del cual se estabiliza. Por su parte, el porcentaje de corteza recíprocamente exhibe una tendencia a la disminución hasta el día 66. Después de la estabilización la proporción de pulpa muestra un valor promedio de 81.62% y la proporción de corteza un valor de

17.59%, los cuales corresponden a un 99.19% de parte comestible (pulpa y corteza); durante el ciclo de desarrollo la proporción de semilla no sobrepasa el 5%. Asimismo, se han encontrado valores de porcentaje de pulpa de 65.56%, 68.66% y 72.87%, valores de porcentaje de corteza de 28.54%, 26.08% y 22.70% y valores de porcentaje de semilla de 5.76%, 5.33% y 4.41% para frutos en estado verde, pintón y maduro respectivamente, los cuales corresponden a una proporción de parte comestible alrededor de 95%.

Sólidos Solubles Totales y Azúcares

Los sólidos solubles totales (SST) presentan un incremento progresivo durante el estado final (día 75 a 123), alcanzando su máximo al final de dicho estado con valores alrededor de 7 (Figura 4.14). Palacios y Rodríguez (2001) reportan valores de sólidos solubles totales inferiores a 5 para los estados finales de desarrollo, estos valores pueden ser resultado de diferencias en el clima, la nu-

trición y la carga del árbol, puesto que dichos factores influyen en la acumulación de sólidos solubles.

Los azúcares aumentan a lo largo de los dos últimos estados (día 55 a 74), encontrándose los máximos valores en el estado tres, en el cual los azúcares totales y reductores llegaron a 4.68% y 4.63% respectivamente (Figura 4.15). Wills *et al.* (1990) menciona que en frutos No Climatéricos la acumulación de azúcares no procede de la degradación de reservas amiláceas sino de la savia (fotoasimilados); por otra parte, se conoce que en el género *Averrhoa* los azúcares son transportados como sacarosa (CDFA, s.f.).

Una vez cosechados los frutos de carambola la concentración de azúcares permanece relativamente constante, es decir, que no sufren marcados cambios poscosecha en su composición (no mejoran su palatabilidad después de la cosecha); esto determina que los frutos cosechados antes de que alcancen una proporción adecuada de sólidos solubles continúen siendo ácidos en sabor (Avilan y Rengifo, 1988; O'Hare, 1997).

Acidez Total Titulable y pH

La acidez total titulable (ATT) disminuye durante el desarrollo del fruto de carambola en contraste con el pH, el cual presenta valores entre 1.72 y 2.7 (Figura

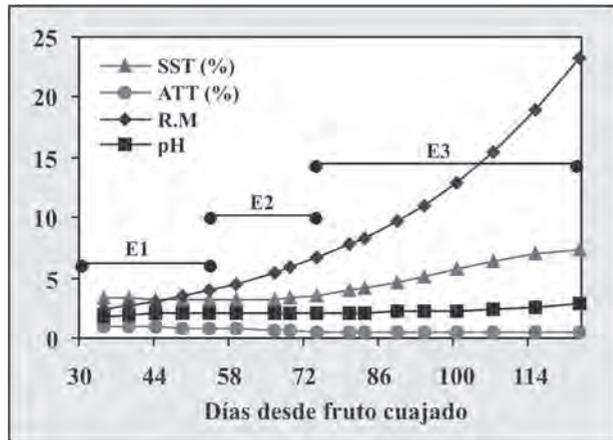


Figura 4.14. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT), pH y relación de madurez (R.M) durante el ciclo de desarrollo del fruto

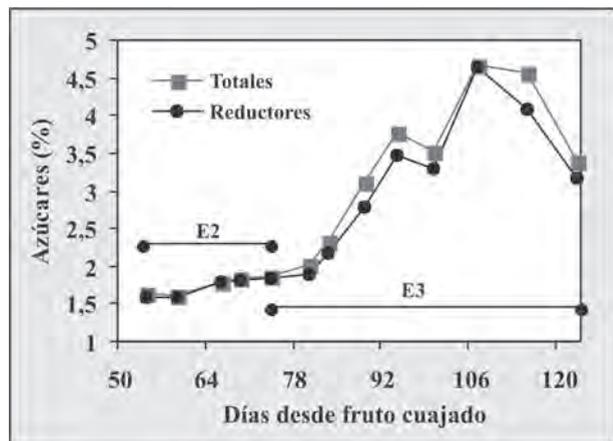


Figura 4.15. Comportamiento de los azúcares en el fruto de carambola durante el desarrollo

4.14); normalmente los valores de pH en los últimos estados de desarrollo oscilan alrededor 1.52 y 2.01. La acidez total titulable expresada como porcentaje de ácido oxálico oscila entre 1.02% y 0.35%. El comportamiento de la acidez total titulable es consecuencia de la degradación de los ácidos oxálico, málico y succínico, puesto que los ácidos orgánicos son utilizados como una fuente de energía respiratoria durante la maduración.

Ácidos Orgánicos

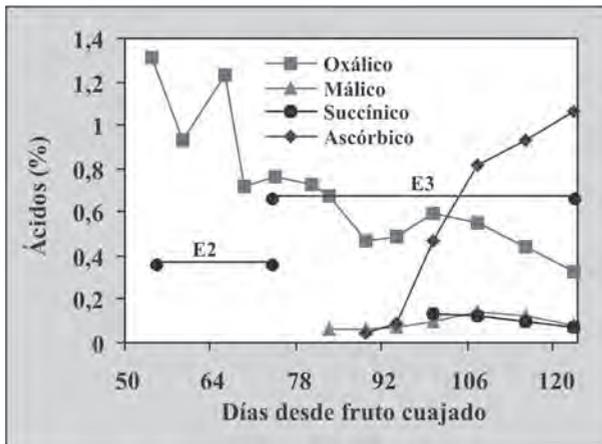


Figura 4.16. Comportamiento de los ácidos orgánicos a lo largo del desarrollo del fruto

El ácido oxálico constituye el ácido predominante con valores entre 0.33% y 1.31%, con relación a los ácidos málico y succínico cuyas concentraciones variaron entre 0.06% y 0.14% y entre 0.07% y 0.13% respectivamente (Figura 4.16). Los ácidos oxálico y succínico exhiben una tendencia al decrecimiento, mientras el ácido málico aumenta del día 80 al 107 y posteriormente decrece.

El ácido ascórbico presenta una tendencia al aumento a lo largo del último estado

de desarrollo (Figura 4.15). González (2000) menciona que las concentraciones de vitamina C oscilan entre 0.048% y 1.061%; no obstante, Cubillos e Isaza (1999) registran un contenido promedio de vitamina C de 12.82 mg/100g de pulpa para frutos maduros de carambola ácida del piedemonte amazónico, evidenciándose de esta manera las altas variaciones en el contenido de vitamina C.

Relación de Madurez

La relación de madurez presenta un aumento progresivo a partir del día 66 y hasta el final del ciclo de desarrollo, pasando de 4.58 a 20.06 (Figura 4.14). Por su parte, Cubillos e Isaza (1999) registran una relación de madurez promedio de 9.87 para frutos maduros de carambola. El comportamiento de la relación de madurez es resultado del aumento de sólidos solubles y azúcares (Figuras 4.14 y 4.15) y decremento en el contenido de ácidos durante la maduración (Figuras 4.14 y 4.16).

La relación de madurez refleja el balance dulce/ácido de los frutos y es usada como un criterio para evaluar su calidad, sin embargo, su aplicación depende del mercado objetivo; en el sur de Florida se encontró que los frutos de carambola palatables tienen una relación de madurez menor a 14.1 (con un óptimo en 12.6), mientras los frutos no palatables fueron asociados con una baja acidez con valores superiores a 16.4; en contraste, en Australia se prefieren frutos con baja acidez y una alta relación de madurez (O'Hare, 1997).

4.3. MADURACIÓN E ÍNDICES DE COSECHA

Durante el proceso de maduración el nivel de firmeza disminuye, resultado del adelgazamiento de las paredes celulares y la degradación de productos de reserva (Figuras 4.17 y 4.18). Asimismo, se conoce que las hidrolasas presentes en frutos de carambola incrementan su actividad durante el periodo de sazón (Chin *et al*, 1999; Ghazali y Kwek, 1993).

La maduración de los frutos también suele coincidir con un cambio de color y el desarrollo del aroma y



Figura 4.17. Comportamiento del nivel de firmeza del fruto de carambola

Figura 4.18. Mesocarpo de la baya de carambola. En la lámina se aprecian células parenquimáticas grandes, vacuoladas y de paredes delgadas; asimismo, se observan las cavidades resultado del rompimiento de paredes celulares



sabor característico del fruto, producto de la síntesis y desenmascaramiento de carotenoides y la manifestación de los compuestos volátiles. En carambola el fruto durante el desarrollo cambia de un tono amarillo-verde a un tono pardo-naranja (Figura 4.19; Tabla 4.3); por su parte, la semilla y el arilo varían de blanco a café y de transparente a naranja translúcido respectivamente.

Tabla 4.3. Carta de colores propuesta para el estado tres de desarrollo del fruto de carambola ácida del piedemonte amazónico

Índice	Color*	Descripción
1	Amarillo-verde 1	Color verde claro algo amarillo
2	Amarillo-verde 2	Color amarillo verdoso
3	Pardo-naranja 1	Color amarillo opaco
4	Pardo-naranja 2	Color naranja opaco poco intenso
5	Pardo-naranja 3	Color naranja opaco intenso, fruto completamente coloreado

* Para la definición del color se tomó como referencia la RHS Colour Chart, donde los colores más aproximados fueron yellow-green group 146 y 163 y greyed-orange group 163.

Fuente: González (2000)

La firmeza, el color y el contenido de sólidos solubles totales constituyen índices de cosecha apropiados para la carambola; por el contrario, las dimensiones y el peso del fruto no son válidos como parámetros de recolección, ya que estos son muy variables.

Para el mercado y embalaje de la carambola ácida del piedemonte amazónico se recomienda la recolección entre los índices 2 y 3 (entre los días 80 y 94), puesto que los valores de firmeza presentados en este período favorecen el manejo poscosecha. Asimismo, la recolección de frutos con coloraciones correspondientes a los Índices 2 y 3 (Tabla 4.3), garantiza el desarrollo de una coloración pardo-naranja más llamativa. No obstante, la recolección en dicho estado incide de manera negativa en el contenido final de sólidos solubles totales, para este periodo sus valores se sitúan entre 3.5 y 5.3%, algo menores que los máximos alcanzados por el fruto si se deja sazonar en el árbol (6.8 a 7.3%). Para la agroindustria se recomienda que el fruto alcance valores de sólidos solubles totales cercanos a 7%, asociados al desarrollo de coloración pardo-naranja (2-3), Índices 4 y 5. Durante el periodo comprendido entre los días 80 y 94 los valores de relación de madurez oscilan entre 6.83 y 13.87 respectivamente.

La recolección debe realizarse manualmente y sobre la base de los requerimientos del mercado (Figura 4.20).



Figura 4.19. Cambios de color en el fruto de carambola ácida del piedemonte amazónico durante el último estado de desarrollo

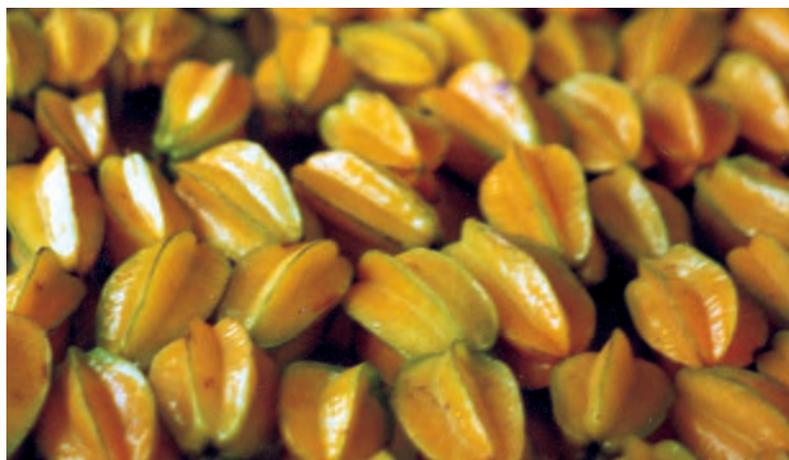


Figura 4.20. Cosecha de frutos de carambola ácida del piedemonte amazónico

4.4. POSCOSECHA

DAÑOS EN POSCOSECHA

El fruto debe ser manipulado cuidadosamente, ya que es muy susceptible a daños por golpes y roces. Se evidencian daños tales como: pardeamiento de las aristas, aparición de manchas superficiales de color café, agrietamiento de la corteza y aparición de hongos; asimismo, en frutos refrigera-



Figura 4.21. Daños mecánicos en carambola



Figura 4.22. Pardeamiento de las aristas en frutos de carambola



Figura 4.23. Diferentes grados de descomposición de frutos de carambola



dos se presenta disminución del aroma característico y alteración del color, observándose frutos de color café oscuro al final del almacenamiento (Figuras 4.21 a 4.23).

En el mercado se evitan productos blandos, manchados o excesivamente pardeados en los bordes (Holman, 1998; Nakasone y Paull, 1998). Palacios y Rodríguez (2001) proponen una escala para la evaluación de la calidad general de los frutos (Figura 4.24; Tabla 4.4).

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA CONSERVACIÓN DEL FRUTO

Las bajas temperaturas actúan sobre la intensidad de los procesos de respiración, transpiración, maduración y descomposición natural de cada fruta, puesto que estas disminuyen la velocidad de la mayoría de las reacciones bioquímicas.

Figura 4.24. Escala para la evaluación de la calidad general de frutos de carambola ácida del piedemonte amazónico

Tabla 4.3. Escala para la evaluación de la calidad general de frutos de carambola ácida del piedemonte amazónico

Índice de calidad	Nivel de daño
Excelente	0
Muy Buena	20 %
Buena	30 %
Aceptable	60 %
Moderada	70 - 80 %
Mala	90 %

Fuente: Palacios y Rodríguez (2001)

Conjuntamente, las bajas temperaturas limitan el desarrollo de los microorganismos (Cárdenas, 1996). Los frutos de carambola pueden ser refrigerados a libre exposición a 7°C por un periodo de cuatro semanas y a 12°C por un lapso de tres semanas.

Firmeza y Pérdida de Peso

Durante el almacenamiento el nivel de firmeza presenta una disminución, observándose una mayor actividad de las hidrolasas a una temperatura de 12°C. (Figura 4.25).

Los frutos almacenados a 12°C presentan una mayor pérdida de peso (Figura 4.26), a diferencia de los frutos refrigerados a 7°C, en los cuales disminuye la velocidad de respiración y transpiración por efecto de la baja temperatura.

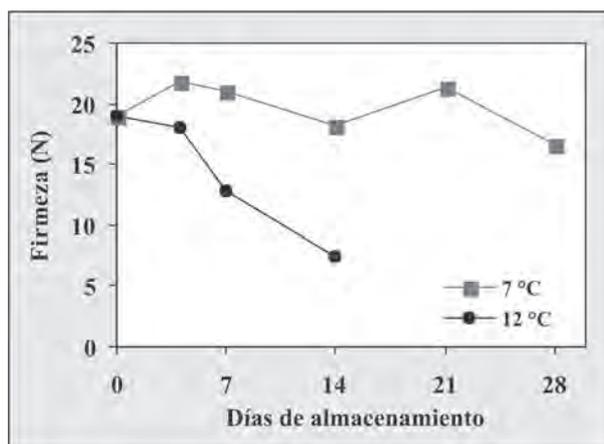


Figura 4.25. Comportamiento del nivel de firmeza durante la conservación del fruto en condiciones de refrigeración

Sólidos Solubles Totales, Azúcares, Acidez Total Titulable y pH

Los sólidos solubles totales (SST) disminuyeron a lo largo del almacenamiento en coordinación con los azúcares totales y reductores, observándose mayores

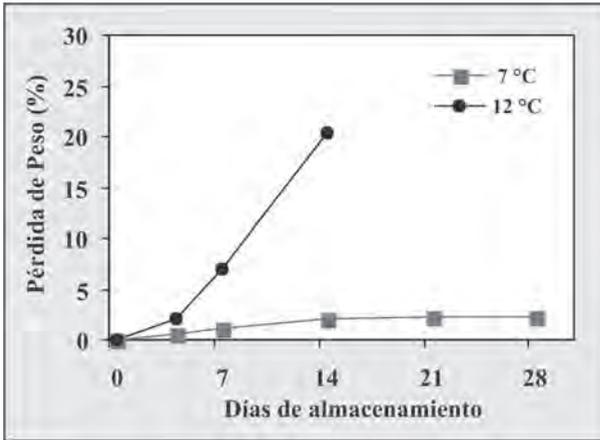


Figura 4.26. Comportamiento de la pérdida de peso durante la refrigeración del fruto de carambola ácida a 7 y 12°C

valores para los frutos almacenados a 7°C; el decremento puede ser explicado por una mayor velocidad en las reacciones bioquímicas a una temperatura de 12°C (Figura 4.27). El pH y la acidez total titulable (ATT) exhiben valores entre 2.11 y 3.24 y entre 0.18 % y 0.47 % respectivamente. En los frutos refrigerados a 7°C el pH incrementa durante el almacenamiento, en contraste con la ATT (Figuras 4.27 y 4.28).

Ácidos Orgánicos

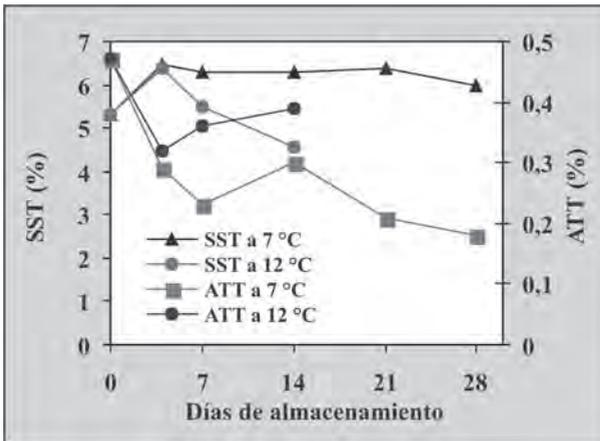


Figura 4.27. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) y la acidez total titulable (ATT) durante la conservación del fruto en condiciones de refrigeración a libre exposición

Los frutos almacenados presentan ácido ascórbico, oxálico, málico y succínico. En los frutos refrigerados a 7°C el contenido de vitamina C aumenta entre los días 0 y 14 de almacenamiento de 13.8 a 28 mg/100 g de pulpa y posteriormente disminuye hasta llegar a 12.5 mg/100 g de pulpa el día 28; los otros ácidos orgánicos no exhiben una tendencia clara durante el almacenamiento y oscilan entre 0.16 y 0.29 mg/100 g de pulpa de ácido oxálico, 0.07 y 0.42 mg/100 g de pulpa de ácido málico y 0.02 y 0.13 mg/100 g de pulpa de ácido succínico.

En los frutos almacenados a 12°C los contenidos de ácidos en términos de mg/100 g de pulpa oscilan entre 0 y 0.47 de vitamina C, 0.12 y 0.42 de ácido oxálico, 0.04 y 0.16 de ácido málico y 0.04 y 0.24 de ácido succínico; en estos

frutos también se registran contenidos de ácido cítrico (0.01 y 0.05 mg/100 g de pulpa) y propiónico (0.41 y 0.57 mg/100 g de pulpa) producto de procesos de degradación.

Relación de Madurez

La relación de madurez tiende a incrementar durante la refrigeración, presentando valores entre 14.5 y 24.9 para los frutos refrigerados a 7°C y entre 6.6 y 11.1 para los frutos refrigerados a 12°C (Figura 4.28).

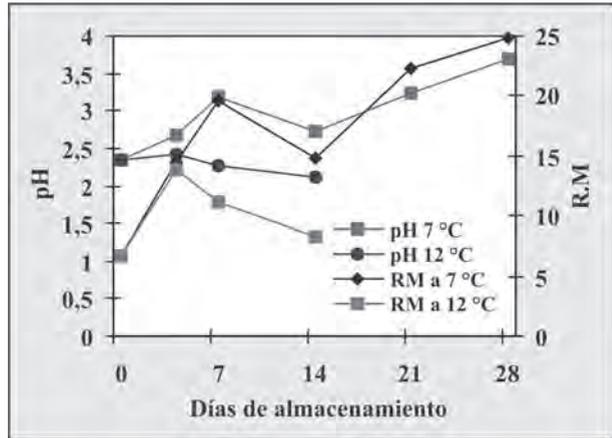


Figura 4.28. Comportamiento del pH y la relación de madurez (R.M) a 7 y 12°C

Intensidad Respiratoria

Durante el almacenamiento se observa un patrón respiratorio tipo No Climatérico (Figura 4.29), en concordancia con lo observado al estudiar el desarrollo del fruto de carambola en el árbol.

Al evaluar el comportamiento de los frutos de carambola en condiciones ambientales (20°C) se observa que los frutos que no son sometidos a un periodo de refrigeración presentan una vida útil de 15 días, en contraste, con la menor conservación (3-10 días) de los frutos almacenados a 7 y 12°C por un lapso de 4 a 28 días, al ser trasferidos a condiciones ambientales (Tabla 4.4).

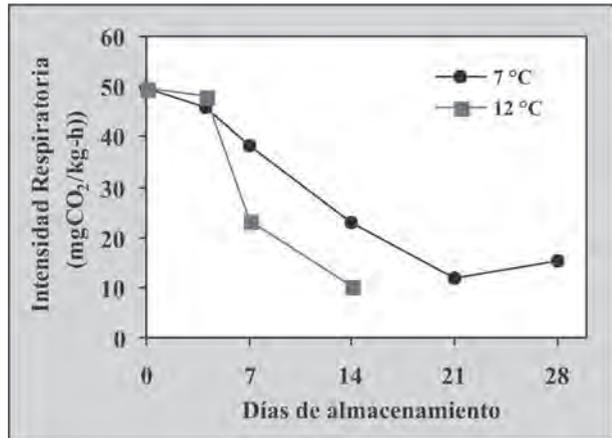


Figura 4.29. Comportamiento de la intensidad respiratoria durante la conservación del fruto de carambola en condiciones de refrigeración a 7 y 12°C

Tabla 4.4. Conservación de frutos de carambola al ser transferidos a condiciones ambientales (20°C) después de diferentes periodos de refrigeración a 7 y 12°C

Días de almacenamiento	7°C	12°C
0	15	15
4	8	6
7	8	5
14	10	3
21	5	
28	3	

Fuente: Palacios y Rodríguez (2001)

4.5. BIBLIOGRAFÍA

1. AVILAN, L. y C. RENGIFO. 1988. *Los cítricos*, primera edición. Editorial América S.A. Caracas. Pág. 102-113 y 420-431.
2. BARRERA, J.A.; M.S. Hernández; D. Páez y E. Oviedo. 2001. *Tecnologías para el aprovechamiento integral de frutas nativas en la región amazónica colombiana*. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Instituto Amazónico de investigaciones científicas -SINCHI-. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.
3. BERNAL, J.A.; A. TAMAYO; M. LONDOÑO y M. HINCAPIE. 1999. *Frutales de Clima Cálido*. CORPOICA-SENA. Centro de Investigación "La Selva". Rionegro-Antioquía. Pág 7.
4. Cdfa PLANT INDUSTRY. s.f. Family Name: Averrhoaceae. <http://www.cdfa.ca.gov>
5. CHIN-LIENGHONG; Z.M. ALI; H. LAZAN y L.H. CHIN. 1999. Cell wall modifications, degrading enzymes and softening of carambola fruit during ripening. *Journal of Experimental Botany* 50 (335): 767-775.
6. CRANE, J.H. 1993. Commercialization of carambola, atemoya, and other tropical fruits in south Florida. En: J. JANICK y J. E. SIMON (eds.), *New crops*. Wiley, New York. <http://www.newcro.p.hort.purdue.edu>
7. COOPER, A.; S. POIRIER; M. MURPHY y M.J. OSWALD. 1995. *South Florida Tropicals: Carambola*. <http://www.foodsafety.org>
8. CUBILLOS, C. y H. ISAZA. 1999. *Obtención de un producto glaseado y un producto osmodeshidratado de carambola (Averrhoa carambola L.) en el piedemonte Caqueteño*. Tesis (pregrado). Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad de la Salle. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Bogotá. Pág. 1-12, 30-34 y 54-60.
9. GALAN, S. 1991. *La carambola y su cultivo*. FAO. Roma. Pág. 11-83.
10. GEORGE, A.P. y R.J. NISSEN. 1994. *Carambola*. Pág. 206-211 En: B. SCHAFFER y P.C. ANDERSEN (ed.), *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops*, Vol. II: Sub-Tropical and Tropical Crops. CRC Press, Inc. Florida.
11. GHAZALI-H.M. y KWEK-SIEW-PENG. 1993. Changes in polygalacturonase activity and texture during ripening of starfruit. *ASEAN Food Journal* 8 (4): 153-156.

12. GONZÁLEZ, D.V. 2000. Análisis del desarrollo de la fase reproductiva y determinación de parámetros de recolección de la carambola (*Averrhoa carambola* L.) variedad ácida, producida en el piedemonte amazónico colombiano. Tesis (pregrado). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Bogotá.
13. GROSS, J.; R. IKAN y G. ECKHARDT. 1983. Carotenoids of the fruit of *Averrhoa carambola*. *Phytochemistry* 22 (6): 1479-81.
14. HOLMAN, R. 1998. StarFruit. Sheridan Fruit Company, Inc. Portland, OR. <http://www.sheridanfruit.com>
15. MACLEOD, G. y J.M. AMES. 1990. Volatile components of starfruit. *Phytochemistry* 29 (1): 165-172.
16. MORTON, J. 1987. Carambola. In: *Fruits of warm climates*. Miami, FL. <http://www.newcrop.hort.purdue.edu>.
17. NAGY, S.; S. BARROS; R. CARTER y S.C. CHIN. 1991. Production and characterization of carambola essence. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 103: 277-279.
18. NAKASONE, H.Y. y R.E. PAULL. 1998. *Tropical Fruits*. CAB International. Biddles Ltd, Guildford y King's Lynn. London. Pág. 37-43, 57, 133-147, 157, 187-188, 218.
19. NARAIN, N.; P.S. BORA; H.J. HOLSCHUH; M.A. DA SILVA y C.M.G. DOS SANTOS. 1987. Caracterização física dos frutos da caramboleira oriundos do trópico semi-árido da Paraíba. Pág. 205-208 En: *Memorias IX Congresso Brasileiro de Fruticultura, Campinas, 22 a 27 de novembro de 1987, ANAIS Vol. I. Sociedade Brasileira de Fruticultura*.
20. O'HARE, T.J. 1993. Postharvest physiology and storage of carambola (starfruit): a review. *Postharvest Biology and Technology* 2 (4): 257-267.
21. O'HARE, T.J. 1997. Carambola. Pág. 295-307 En S.K. MITRA (ed.), *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*. CAB International. Biddles Ltd, Guildford y King's Lynn. London.
22. PALACIOS, C.A. y E. RODRÍGUEZ. 2001. Evaluación de la aplicación de atmósfera modificada en la conservación de la carambola (*Averrhoa carambola* L.). Tesis (pregrado). Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Bogotá.
23. OVIEDO, E. 2000. Caracterización y valoración nutricional de frutas promisorias en la Amazonia colombiana. En: *Memorias seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana"*. Universidad de la Amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá.
24. SALAKPETCH, S.; D.W. TURNER y B. DELL. 1990. Flowering in carambola (*Averrhoa carambola*). *Acta-Horticulturae*, 1990, No. 275, 123-129.
25. VILLEGAS, B.E. 1998. El carambolo (*Averrhoa carambola*). En: *Especies Vegetales Promisorias; Seminario regional. Universidad Nacional de Medellín; Facultad de Ciencias Agropecuarias; Departamento de Agronomía; Grupo de Especies Vegetales Promisorias. Medellín*.
26. WILSON, C.W., P.E. SHAW y R.J. KNIGHT. 1985. Volatile constituents of carambola (*Averrhoa carambola* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 33 (Mar./Apr.): 199-201.
27. WILLS, R.H.; T.H. LEE; W.B. MCGLOSSON; E.G. HALL y D. GRAHAM. 1990. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España). Pág. 18-180.

**Aspectos biológicos y conservación
poscosecha de la canangucha
(*Mauritia flexuosa*) en la Amazonia
Occidental Colombiana**

5.1. ASPECTOS GENERALES DE LA CANANGUCHA

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La canangucha (*Maurita flexuosa* L.F.) es una de las palmas más importantes de América tropical; cubre extensas áreas de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, en Perú, Venezuela, Brasil, Bolivia y Guyana. En Colombia se encuentra en los Llanos Orientales, en el piedemonte Andino y en formaciones de sabana y selva húmeda de los departamentos de Vaupés, Amazonas, Guainía, Guaviare, Caquetá, Vichada y Putumayo (Bohórquez, 1976; PRORADAM, 1979).

La canangucha cubre una gran área de la Amazonia, ocupando el segundo lugar entre las palmas americanas, después de *Orbignia martiana*, con aproximadamente diez millones de hectáreas (FAO-CATIE, 1983).

Es una palma alta, abundante y gregaria que forma grandes poblaciones denominadas cananguchales; esta especie integra formaciones muy particulares, llegando a constituirse en el elemento dominante del estrato arbóreo en la región, y normalmente se observa a la orilla de los ríos, gracias a que su sistema radical se adapta a suelos inundados.

Los cananguchales son un tipo de bosque muy importante y frecuente en la región (Figura 5.1); además, en términos de la oferta de alimentos en las áreas de los sistemas amazónicos, representan una despensa muy importante para la fauna durante las épocas de fructificación.

LA PLANTA

La canangucha es una palma con tronco columnar erecto que alcanza hasta 35 metros de altura (Figura 5.2); el tallo es colaminar de color café blanquecino y sostiene en el ápice un penacho de grandes hojas flabeladas cuya vaina se prolonga en el pecíolo, la vaina crece hasta 2 metros de largo y no es notoriamente fibrosa. La corona es casi esférica y esta formada por 11 a 14 hojas, cuyo limbo es cortado palmeado en las márgenes. Por su parte, la costa mide alrededor de 1 metro de largo, es recurvada y esta parcialmente dividida en 20 segmentos (Urrego, 1987).



Figura 5.1. Cananguchal del piedemonte amazónico colombiano

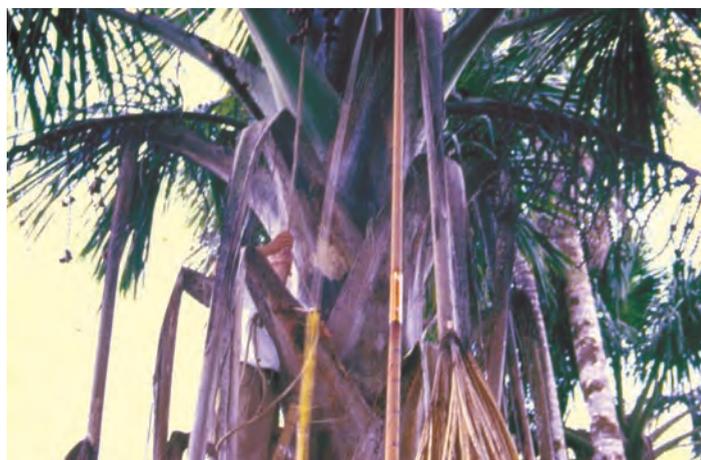


Figura 5.2. Canangucha del piedemonte amazónico colombiano

LA FLOR

La inflorescencia es erecta con raquillas pedunculares, el pedúnculo y el raquis miden cerca de 1 y 1.5 metros de largo respectivamente; el raquis exhibe 36 ramas dísticas (Galeno, 1991). Las palmas son dioicas o poligamo-dioicas, las flores masculinas penden de cortos amentos dísticos de 6 cm de longitud y las flores femeninas están dispuestas en amentos poco desarrollados, siendo solo algunas fértiles (Urrego, 1987).

El ciclo fenológico de la canangucha es superior a un año y sus fenofases no están determinadas por condiciones de estacionalidad, como sucede con otras especies tropicales. La brotación y caída de hojas son fenómenos lentos y continuos a través del año; la floración y la fructificación son gregarias, es decir, todos los individuos de la población florecen y fructifican en un área relativamente grande (Urrego, 1987). La floración ocurre en forma similar en los individuos machos y hembras, aunque la duración en los primeros es mayor (Vélez, 1992).

EL FRUTO

Los frutos se encuentran dispuestos en grandes racimos (5-8 por palma) (Figuras 5.3 y 5.4), son aglobados a elípticos y están cubiertos por escamas pardos-amarillentas claras a rojizas oscuras. El mesocarpio es carnoso, anaranjado, con un grosor alrededor de 2 mm, de sabor agridulce y de consistencia amilácea. La semilla es globosa, con albumen sólido y de color blanco (Cavalcante, 1967; Galeano, 1991; Vélez, 1992).

Los frutos de la canangucha, de tipo indehiscente, requieren de ciertos factores externos para su dispersión, tales como el agua y los animales. La especie exhibe diversos tipos de frutos, con relación a la forma, tamaño y color, aún en palmas de un mismo cananguchal. En Colombia, los Uitotos diferencian 21 tipos de canangucha, sobre la base del tamaño, forma, color y consistencia del fruto, tamaño de racimo, distribución de los frutos en el racimo, grosor del tallo, altura de la palma, hábitat que ocupa, lugar de origen y velocidad de crecimiento (Urrego, 1987).

Desde el punto de vista de la producción de frutos, es posible obtener rendimientos de 9.07 toneladas por hectárea, de las cuales 3.16 toneladas son de pulpa y 3.04% corresponden al contenido de grasas útiles para la extracción de aceites (Urrego, 1987).

Páez (2000), reporta las características físicas de dos ecotipos de canangucha estudiados en el piedemonte caquetense. Un ecotipo presenta frutos grandes con unos diámetros longitudinal y transversal promedio de 6.15 cm y 4.98 cm respectivamente, un peso aproximado de 47.93 g y una forma elíptica (Figura 5.5); dichos frutos están conformados por: la corteza de color rojo intenso cuando madura y que representa el 19.9 % del peso total; la pulpa o mesocarpio representa el 17.58 % del peso total del fruto, es de color amarillo intenso, textura fibrosa aceitosa, aroma intenso y posee un espesor aproximado de 1.5–2.0 mm; y por la semilla de color blanco, subglobosa y con albumen sólido y duro protegido por una cubierta firme, fibrosa y elástica, de color crema de 4 a 6 mm de espesor, la cual constituye el 62.52% del peso total del fruto.

El otro ecotipo exhibe frutos pequeños con un peso de 35.6 g y unos diámetros longitudinal y transversal promedio de 4.22 cm y 3.82 cm respectivamente (Figura 5.6). Los frutos están recubiertos por una corteza con escamas duras de



Figura 5.3. Racimos de cananguncha



Figura 5.4. Racimo de cananguncha



Figura 5.5. Frutos de cananguncha grandes y elípticos



Figura 5.6. Frutos de cananguncha pequeños y redondeados

color rojo a café oscuro que representa el 19.58% del peso total del fruto; la pulpa es carnosa, color naranja, de consistencia aceitosa, presenta 2 mm de espesor aproximadamente y constituye el 25.62% del peso total; por su parte, la semilla es aglobada, sólida, dura y representa el 54.80% del peso total del fruto.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE CANANGUCHA DEL PIEDEMONTE AMAZÓNICO EN ESTADO MADURO

Los frutos de cananguncha poseen un alto valor nutricional, representado en los contenidos de grasa (38%), fibra (30%) y carbohidratos (28%). El contenido de proteína es medio, con un valor cercano al (5%). El fruto, además, aporta potasio, calcio, hierro y magnesio; estos componentes nutricionales hacen de la cananguncha una buena fuente de

calorías y energía, tanto para la alimentación humana como para la alimentación animal (Tabla 5.1). El mesocarpio de los frutos es de buen sabor y de valor alimenticio excepcional, es consumido por zainos y dantas, entre otros (Galeano, 1991).

Tabla 5.1. Caracterización química del fruto de canangucha del piedemonte amazónico colombiano

Variable	Contenido
Proteína (%)	3.62-5.38
Grasa (%)	36.55-37.28
Carbohidratos (%)	27.51-27.85
Fibra (%)	27.57-30.64
Cenizas (%)	1.68-1.92
Calcio (mg/100 g de pulpa)	93.97-156.33
Hierro (mg/100 g de pulpa)	9.3-10.63
Magnesio (mg/100 g de pulpa)	11.78-20
Sodio (mg/100 g de pulpa)	17.33-21.11
Cobre (mg/100 g de pulpa)	0.80-1.72
Potasio (mg/100 g de pulpa)	807.98-923.77

Usos

La canangucha es una de las palmas más importantes, producto del potencial económico que representa para la Amazonia; asimismo, es uno de los casos de manejo exhaustivo y exitoso por parte del hombre amazónico, constituyéndose de esta manera en una especie de maná. Para las comunidades indígenas ha llegado a ser tan importante que alguna vez se llamo "El árbol de la vida" (Spruce, 1871).

Los usos de la canangucha son increíblemente numerosos y se relacionan con la mayoría de las actividades; la pulpa de los frutos es altamente nutritiva y con alto contenido de grasas, proteínas y carbohidratos, es consumida directamente o procesada en diversas formas para producir chicha o aceite; además, de las hojas jóvenes se extrae una fibra de excelente calidad con la que se fabrican cordeles, hamacas, canastos y otros artículos relacionados, incluso dicha fibra es utilizada para confeccionar parte de los atuendos ceremoniales. Aún después de muerta, la canangucha sigue siendo útil, puesto que en los troncos caídos se crían mojoyes (larvas de coleópteros de la familia *Curculionidae*), los cuales constituyen un complemento a la dieta proteica y son muy apetecidos por su rico sabor y alto contenido de grasa. De esta manera, se aprecia que la canangucha juega un papel importante en algunas comunidades indígenas; encontrándose, además, ligada al origen, historia y mitología de dichas culturas (Urrego, 1987).

5.2. DESARROLLO DEL FRUTO DE CANANGUCHA

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Generalmente la floración de la canangucha es estacional y se inicia entre julio y agosto; en las palmas la fisiología de la floración no es bien conocida, no obstante, parece estar determinada por el aumento de sustancias para el crecimiento bajo la influencia de la luz, factor climático que se considera como el de mayor incidencia sobre la floración y, en algunos casos, sobre la maduración de los frutos (Figueredo, 1978; Gómez, 1986).

Urrego (1987), menciona que un aumento en las horas de sol, luego de una baja significativa de ellas, parece inducir en la canangucha la floración gregaria. Por su parte, la temperatura también se correlaciona con el desarrollo de la floración, iniciándose esta cuando se presenta la mínima temperatura promedio y una baja diferencia entre las temperaturas máxima y mínima.

Estudios concernientes a la canangucha muestran que el habito gregario que exhibe la planta durante la floración se repite durante la fructificación, la cual comienza aproximadamente tres meses después del inicio de la floración. El desarrollo completo del fruto y el período de estado inmaduro (verde) a fruto maduro (tonalidad marrón) presentan una duración alrededor de cuatro meses cada uno; los frutos después de alcanzar dicho grado de madurez caen y maduran en el suelo a los pocos días.

Entre 25 y 30 días después de la apertura floral se observa el fruto cuajado (verde pálido amarillento). El fruto exhibe un crecimiento de tipo sigmoideal simple, con un aumento inicial en tamaño de carácter exponencial seguido por un lento crecimiento de tipo sigmoideo; la canangucha presenta dos etapas de desarrollo bien definidas y un periodo de crecimiento de 250 días desde fruto cuajado hasta fruto maduro, momento en el cual el fruto desprende fácilmente del raquis y responde positivamente al proceso de maduración (Figura 5.7).

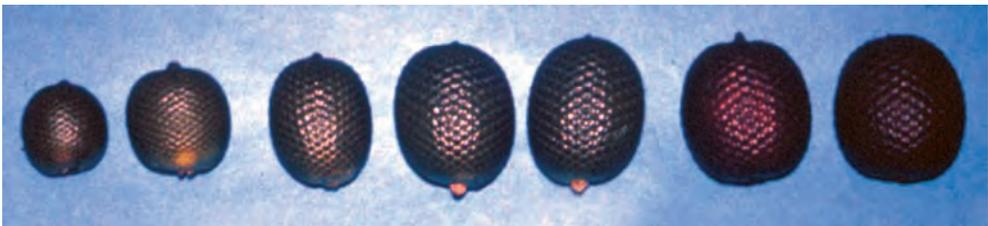


Figura 5.7. Etapas de crecimiento del fruto de canangucha

El tamaño del fruto se incrementa a lo largo del primer estado de desarrollo (día 1 a 135), resultado de la división celular (combinada con el agrandamiento celular antes de cada mitosis) y el agrupamiento celular que se presenta generalmente de modo secuencial (Figura 5.8). Los primeros aumentos de tamaño son resultado de la multiplicación celular que comienza antes de la anthesis y continúa luego del cuajado del fruto; posteriormente este proceso es reemplazado gradualmente por la expansión celular, fenómeno que abarca el período de crecimiento más largo. En consecuencia, el tamaño final del fruto depende del tamaño celular y el número de células. Por su parte, el incremento del peso seco total del fruto presenta una tendencia lineal durante los dos estados de desarrollo (Figura 5.9), dicho comportamiento coincide con el aumento en el porcentaje de semilla (con relación al peso total del fruto), debido a que la semilla constituye una alta proporción del peso total del fruto de canangucha, especialmente durante el primer estado de desarrollo, periodo en el cual el crecimiento se concentra en el endospermo y el embrión.

Tasas de Crecimiento Relativo

Las tasas de crecimiento relativo presentan dos etapas bien definidas (Figura 5.10); la primera comprendida entre el día 1 y el día 135, con un período crítico de crecimiento de los 23 a los 67 días, y una segunda etapa entre el día 135 y el día 247, en la cual el creci-

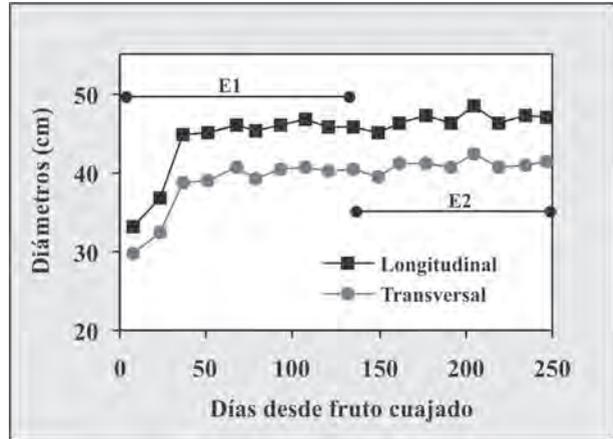


Figura 5.8. Comportamiento de los diámetros durante el ciclo de desarrollo del fruto de canangucha

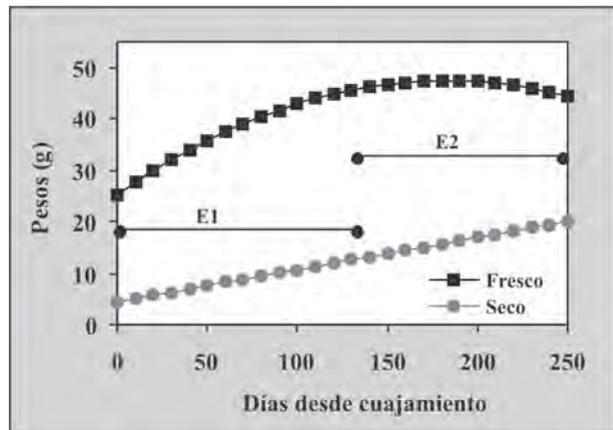


Figura 5.9. Comportamiento de los pesos a lo largo del ciclo de desarrollo del fruto de canangucha

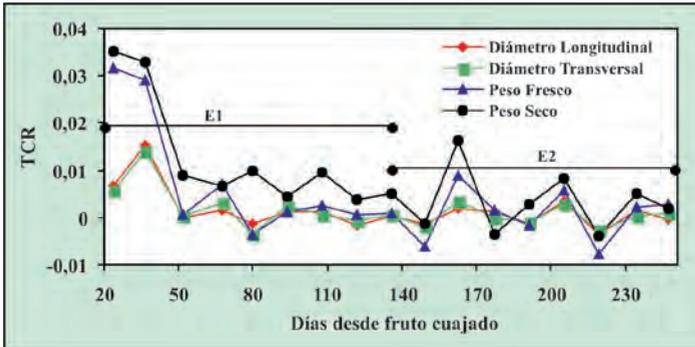


Figura 5.10. Comportamiento de las tasas de crecimiento relativo (TCR)

miento registra dos periodos de desarrollo positivos: uno entre los días 149 y 177 y otro hacia el final de la etapa dos (191 a 205 días). En frutos climatéricos la aceleración final en el incremento del tamaño es un indicador del inicio de su maduración.

RESPIRACIÓN

En principio las frutas presentan bajas tasas de respiración, con valores cercanos a los 64.3 mgCO₂/kg-h; sin embargo, se observa que el índice respiratorio tiende a disminuir progresivamente conforme los frutos crecen y hasta el final de la primera etapa (día 135) (Figura 5.11).

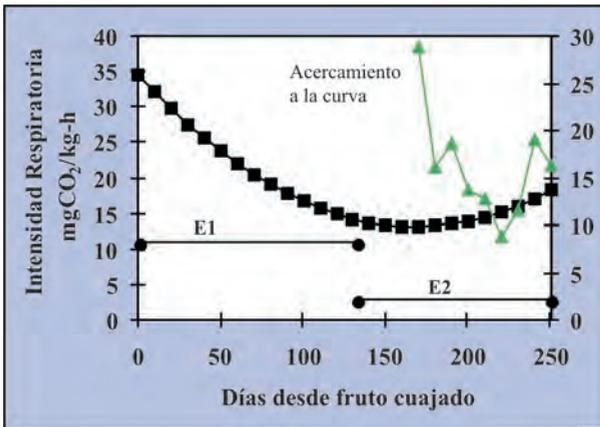


Figura 5.11. Comportamiento de la intensidad respiratoria durante el desarrollo

A partir del estado dos y hasta el final del ciclo las tasas de respiración exhiben valores aún más bajos, con cifras entre 16.3 y 28.7 mgCO₂/kg-h; el día 219 se observa una alza relativamente súbita de la respiración, la cual corresponde al punto climatérico. En este período se suceden los cambios bioquímicos que ocasionan la transición desde el crecimiento a la

maduración y senescencia de los frutos. La crisis climatérica comprende una serie de cambios que conducen al inicio de la maduración y desarrollo completo de la madurez del fruto.

CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN

Peso de endocarpio, pulpa, corteza y semilla

El endocarpio del fruto de canangucha disminuye desde el día 1 hasta el día 190 de desarrollo; en contraste, con las proporciones de pulpa, corteza y semilla (Figura 5.12).

El peso de la pulpa incrementa hasta el día 190, a partir del cual se estabiliza; de igual forma, el peso de la corteza y la semilla aumenta con tendencia lineal a lo largo de todo el período de desarrollo del fruto.

Después de la estabilización las proporciones de pulpa y endocarpio muestran valores semejantes.

Los componentes del fruto exhiben diferentes tipos de curvas de crecimiento, como puede apreciarse en la figura 5.12. Al final del ciclo de desarrollo la parte aprovechable (pulpa y corteza) representa el 45.2% del peso total del fruto.

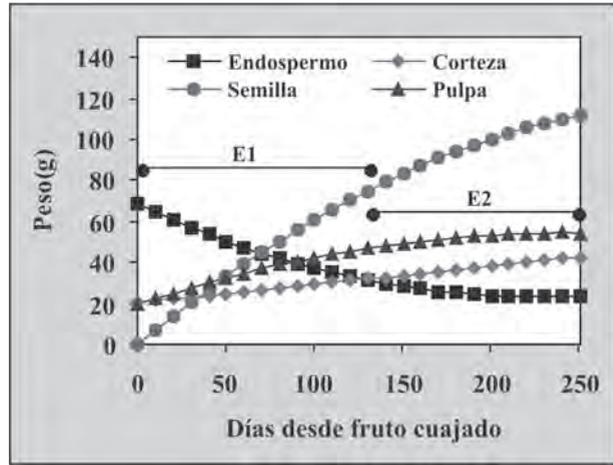


Figura 5.12. Comportamiento de los pesos de endocarpio, pulpa, corteza y semilla a lo largo del ciclo de desarrollo

Sólidos Solubles Totales y Relación de Madurez

Los sólidos solubles totales (SST) presentan un incremento leve durante los estados de desarrollo del fruto de canangucha, alcanzando los máximos durante el segundo estado con un valor de 9% (Figura 5.13). Los azúcares se incrementan con mayor intensidad durante el estado dos, con-

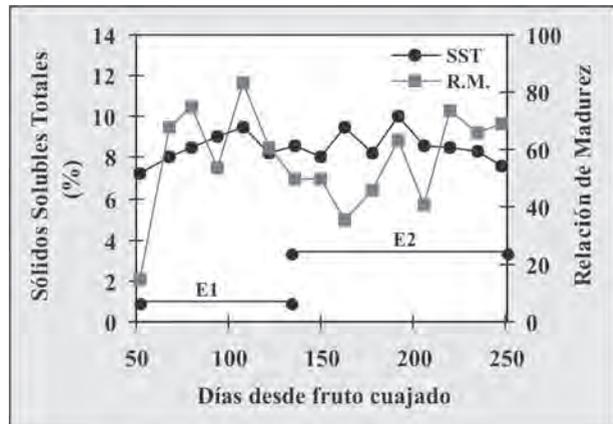


Figura 5.13. Comportamiento de los sólidos solubles totales y la relación de madurez durante el desarrollo del fruto de canangucha

secuencia de la degradación del almidón a azúcares solubles. Hacia el final del último estado de desarrollo los azúcares tienden a disminuir, producto del consumo de materias de reserva energética para la síntesis de grasas.

La relación de madurez (SST:ATT) presenta los máximos valores durante el primer estado de desarrollo (Figura 5.13), debido al bajo nivel de acidez y al leve aumento en los azúcares que se da en esta etapa. En el estado dos la relación de madurez aumenta hasta el día 234, momento en el cual se registra el pico climatérico máximo del fruto; a partir de este instante y durante la maduración la relación de madurez decrece, resultado del comportamiento de los sólidos solubles totales.

Acidez Total Titulable y pH

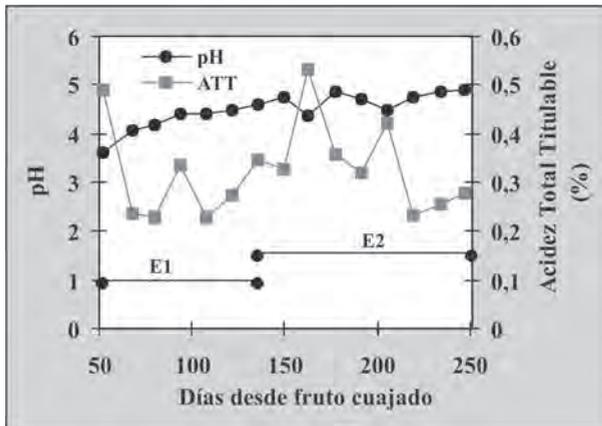


Figura 5.14. Comportamiento del pH y la acidez total titulable durante el desarrollo del fruto de canangucha

La acidez total titulable (ATT) disminuye durante el estado uno, en contraste con el pH, el cual tiende a aumentar aunque en forma poco significativa (Figura 5.14). El comportamiento de la ATT durante el primer estado de desarrollo es consecuencia de la degradación de los ácidos orgánicos que son sintetizados como fuente de energía. Durante el segundo estado la acidez registra los mayores valores, alcanzando su máximo nivel hacia el día 162, después del cual tiende a

disminuir como resultado de los procesos de maduración.

Grasas y Proteínas

La proteína total en frutos de canangucha presenta un ligero incremento en los días iniciales del primer estado de desarrollo y posteriormente se estabiliza hasta el final de este estado y durante el estado dos (Figura 5.15). Los aminoácidos, unidad esencial de las proteínas, desempeñan una función reguladora en las actividades metabólicas de los frutos. En los frutos de canangucha las grasas presentan mínimos valores durante el primer estado de desarrollo (Figura 5.15); sin embargo, durante el estado dos los lípidos incrementan notablemente, producto del metabolismo acelerado de ácidos grasos que se da durante este estado, alcanzando su máximo va-

lor el día 219, momento en el cual se presenta la crisis climática del fruto; a partir de este día la proporción de grasas se estabiliza en un valor promedio alrededor del 18%.

El contenido de grasas útiles para la extracción de aceites constituye la fracción más importante del fruto de la palma de canangucha, esto permite considerarla como una de las especies promisorias de la Amazonia colombiana con alto potencial industrial.

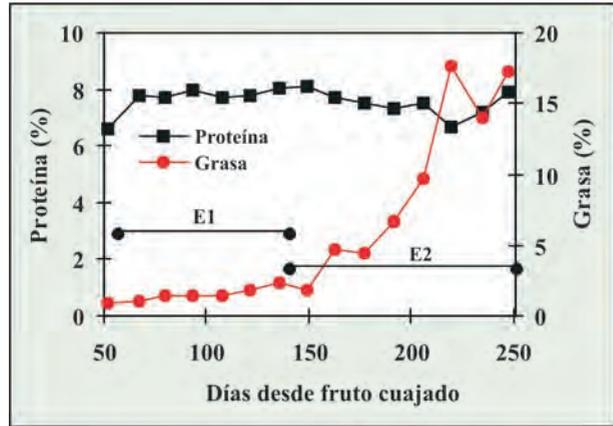


Figura 5.15. Comportamiento de las proteínas y grasas durante el desarrollo del fruto

5.3. MADURACIÓN E ÍNDICES DE COSECHA

Durante el proceso de maduración la acidez disminuye lentamente; por el contrario, los azúcares decrecen más progresivamente. La maduración de los frutos de canangucha suele coincidir con cambios en los contenidos de los sólidos solubles totales y grasas, razón por la cual estos parámetros representan índices de cosecha apropiados para este fruto. Las transformaciones internas están asociadas a cambios de tonalidad en la corteza, la cual se torna rojo brillante, y al fácil desprendimiento de los frutos, especialmente de los ubicados en la parte basal del racimo (Figura 5.16).

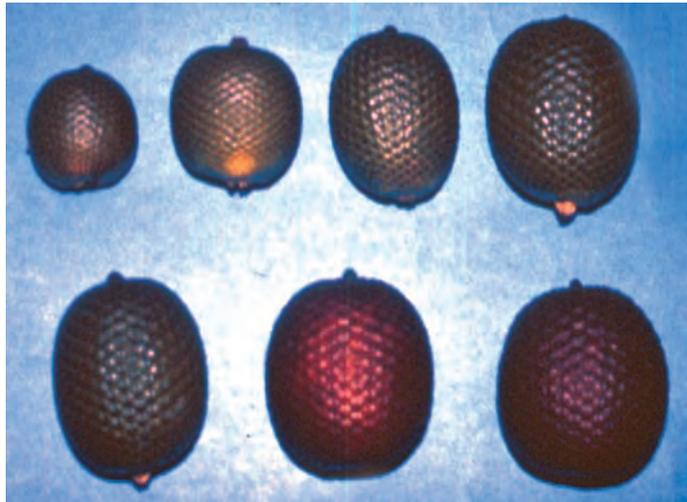


Figura 5.16. Cambios de color del fruto de canangucha

5.4. POSCOSECHA Y APROVECHAMIENTO

MADURACIÓN DEL FRUTO

Una vez que alcanzan la madurez fisiológica los frutos de canangucha son aptos para el consumo, puesto que responden positivamente a los tratamientos de maduración; con dichos procedimientos se busca facilitar el desprendimiento de la cáscara y la pulpa del resto del fruto, con el fin de aprovechar los altos contenidos de grasa, azúcares, fibra, calcio y fósforo que posee la parte comestible del fruto.



Figura 5.17. Racimo de canangucha después de la recolección

En el departamento de Caquetá los frutos se recolectan manualmente en estado pintón y se dejan a la intemperie en tulas durante dos días. Después de recolectados los frutos se separan del racimo (Figura 5.17), se lavan con abundante agua

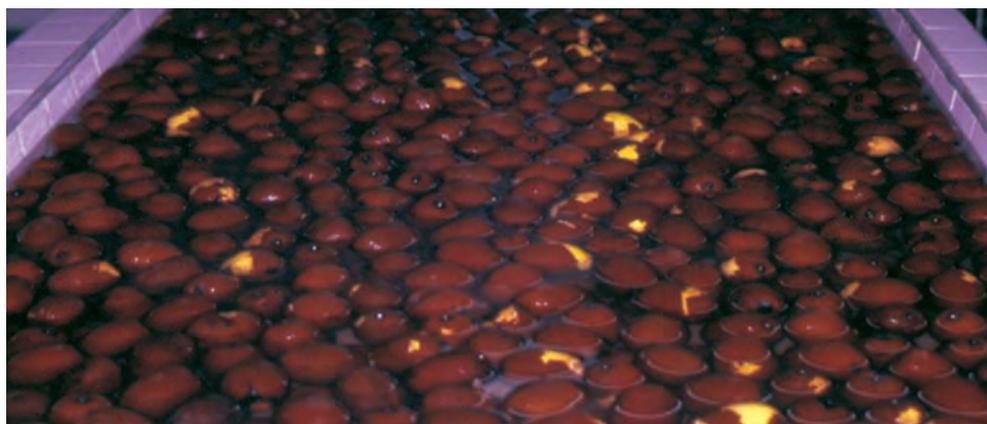


Figura 5.18. Tratamiento de maduración en frutos de canangucha

limpia para remover los residuos de lodo y tierra que recogen durante la cosecha. Posteriormente se procede a desinfectarlos usando una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 75 ppm de cloro, durante un tiempo de 3 minutos, a continuación se elimina el exceso de cloro mediante enjuague con agua limpia. La respuesta positiva al tratamiento de maduración con agua que registra el fruto permite su aprovechamiento integral.

Después del proceso de adecuación se procede al tratamiento de maduración, el cual consiste en sumergir los frutos completamente en agua limpia a una temperatura de 60°C durante un lapso de 6 a 8 horas aproximadamente (Figura 5.18); este tratamiento es eficiente, ya que en los frutos que se van ablandando se separan con facilidad los componentes (pulpa-corteza del endospermo y la semilla).

El despulpado de los frutos se realiza en forma manual, obteniéndose finalmente la separación entre la masa pulpa-corteza y los residuos que constituyen el endospermo y la semilla. En este proceso, el rendimiento en frutos grandes y pequeños es del 31.2% y 34.44% de masa pulpa-corteza respectivamente.

Dependiendo del destino final, la pulpa se puede separar adecuadamente de la corteza mediante cedazo, tamiz o colador diluyendo previamente la masa pulpa-corteza en agua en una relación 1:0.5, dicha mezcla se filtra obteniéndose la pulpa diluida que conserva las características de sabor, color y aroma, esta se puede destinar a la elaboración de jaleas, mermeladas, cremas, helados, pudines, mosto (chicha), panecillos y tortas, entre otros productos.

La masa pulpa-corteza puede ser usada en la fabricación de harinas para alimentación animal; para ello la masa pulpa-corteza se extiende en capas delgadas sobre bandejas metálicas y se procede a su deshidratación por aire caliente a una temperatura de 65°C durante 8 horas, con el fin de que la harina alcance un rango de humedad entre el 10% y el 13%; con este porcentaje de humedad se muele la masa pulpa-corteza deshidratada con un molino de discos, para reducir el tamaño de las partículas y homogenizar la harina, finalmente, se empaca en bolsas plásticas calibre 4, las cuales se sellan herméticamente y se almacenan en un lugar seco y fresco.

En las tablas 5.2 y 5.3 se exponen las características nutricionales de los frutos de canangucha utilizados en la elaboración de harinas y el análisis proximal de la harina obtenida por cada ecotipo estudiado respectivamente.

En la harina se conserva el valor nutricional del fruto de canangucha y se presentan algunos incrementos en las proporciones de fibra y ceniza (Tabla 5.3; Figuras 5.19 y 5.20), resultado de la concentración originada por la pérdida de humedad que sufre la materia prima. No obstante, la proporción de grasa tiende a disminuir, producto de la inestabilidad de los ácidos grasos a altas temperaturas. El proceso de transformación no genera mayores efectos sobre el valor nutricional, lográndose de esta manera un producto que conserva las características intrínsecas de la materia prima y que posee buena estabilidad química y microbiológica para su almacenamiento en condiciones ambientales (22°C y 85% HR).

Tabla 5.2. Características nutricionales de canaguca para elaboración de harinas

Variable	Contenido	
	Ecotipo Grande	Ecotipo Pequeño
Materia seca (%)	37.16	40.52
Proteína (%)	4.41	4.41
Grasa (%)	27.30	30.31
Carbohidratos (%)	29.69	30.03
Cenizas (%)	1.19	2.18
Fibra (%)	37.41	33,08
Calcio (ppm)	77.26	142.88
Zinc (ppm)	3.32	2.72
Hierro (ppm)	11.23	12.74
Potasio (ppm)	861.47	767.13

Tabla 5.3. Análisis proximal de harinas de canaguca

Variable	Contenido	
	Ecotipo Grande	Ecotipo Pequeño
Materia seca (%)	87.4	93.26
Proteína (%)	4.49	4.15
Grasa (%)	22.4	25.2
Carbohidratos (%)	27.91	26.13
Cenizas (%)	2.9	3.32
Fibra (%)	42	41.2

Durante el almacenamiento de la harina de canaguca, la materia seca y los carbohidratos tienden a incrementarse producto de la pérdida de humedad; por el contrario, la proteína y la grasa tienden a disminuir como consecuencia de la degradación parcial de ciertas fracciones de proteína y grasa (lipoproteínas y algunos componentes enzimáticos que son inestables en el tiempo); pese a esto, la reducción se considera leve y no afecta ostensiblemente la calidad nutritiva del producto.

El componente de ceniza o fracción mineral se mantiene estable a lo largo del almacenamiento (Figuras 5.19 y 5.20), debido a que no es una proporción sensible a cambios físicos por efecto de la temperatura y el tiempo.

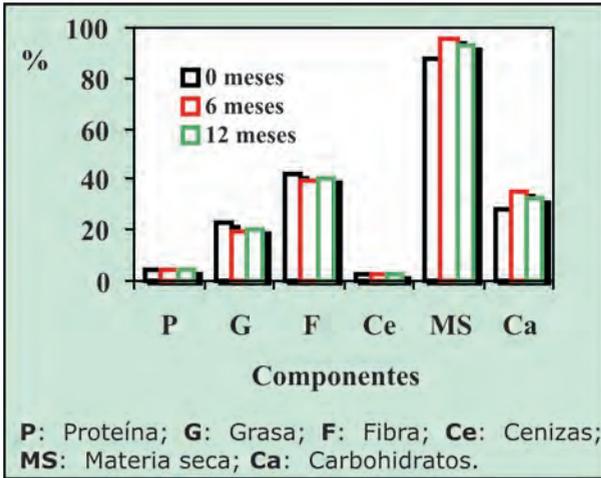


Figura 5.19. Cambios en la composición de harina de canangucha ecotipo grande

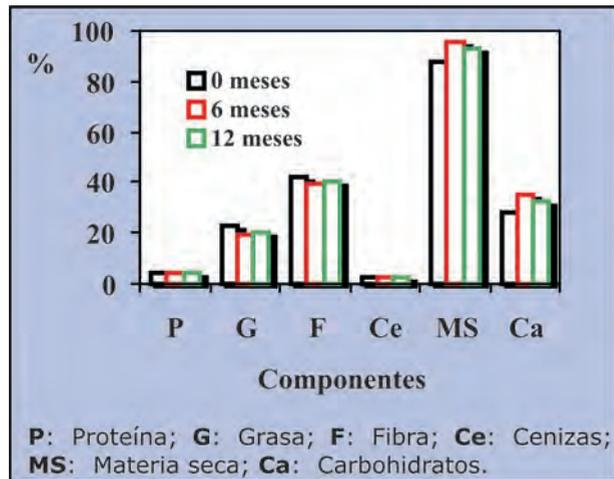


Figura 5.20. Cambios en la composición de harina de canangucha ecotipo pequeño

En general, la conservación y el aprovechamiento integral del fruto de la planta de canangucha se resaltan debido a la importancia alimenticia, económica y ecológica de los ecosistemas de cananguchal en la Amazonia occidental colombiana, de esta manera se busca proponer un manejo adecuado para la especie.

5.5. BIBLIOGRAFÍA

1. BARRERA, J.A. 2000. Parámetros e índices de recolección de frutas amazónicas promisorias en la Amazonia occidental colombiana En: *Memorias seminario taller tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.*
2. BIALE, J.D. 1960. *Posharvest physiology of fruits.*
3. BOHÓRQUEZ, J. 1992. *Monografía sobre Mauritia flexuosa. Ministerio de agricultura de Perú. Dirección forestal de caza y tierras.*
4. CAVALCANTE, P. 1988. *Frutas comestiveis da amazonia. Belén-Para.*
5. GALEANO, G. 1992. *Las palmas de la región de Araracuara. TROPENBOS. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad nacional de Colombia. Bogotá.*
6. GALVIS, J.A. 1998. *Comportamiento fisiológico de las frutas durante la postcosecha En: Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.*
7. GALVIS, J.A. 1998. *Factores de precosecha que influyen en la maduración del fruto En: Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.*
8. GALVIS, J.A. 1998. *Índices de cosecha y su relación con la calidad de las frutas En: Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.*
9. GALLO, F. 1988. *Factores de precosecha que afectan la fisiología y manejo postcosecha de frutas y hortalizas En: Memorias simposio nacional de fisiología y tecnología postcosecha de productos agrícolas. Ed. Limusa. México.*
10. GONZÁLEZ, D.V. 2000. *Análisis del desarrollo de la fase reproductiva y determinación de parámetros de recolección de la carambola variedad ácida producida en el piedemonte amazónico colombiano. Tesis (pregrado). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'.*
11. HERNÁNDEZ, M. S. 1998. *Bioquímica de la maduración En: Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.*
12. HERNÁNDEZ, M. S. 1998. *Uso del frío en la conservación de frutas y hortalizas En: Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.*
13. HERNÁNDEZ, M. S. 2000. *Fisiología de la maduración de frutos amazónicos En: Memorias Seminario taller tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.*
14. HERRERO, A. y GUARDIA, J. 1992. *Conservación de frutos: Manual Técnico. Ed. Mundi Prensa. Madrid. Herrero Alfonso. Guardia Jorge. Conservación de frutos. Manual Técnico. Ed Mundi Prensa Madrid 1992.*
15. KADER A.A. 1992. *Postharvest tecnology of horticultural crops. University of California.*
16. MOLINA, L. y M.N. PRIETO. 1998. *Preparación de alimentos con el fruto de canangucha. Convenio OIMT-CEUDES. Florencia-Caquetá.*
17. OBREGÓN, L.A. 1999. *Evaluación nutricional y de digestibilidad de la harina de canangucha e investigación en frutales amazónicos. Informe proyecto de pasantía. Universidad de la Amazonia-Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.*
18. OVIEDO, E. 2000. *Caracterización y valoración nutricional de frutas promisorias en la Amazonia colombiana En: Memorias seminario taller tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Universidad de la amazonia. Florencia-Caquetá.*

19. PAEZ, D. 2000. *Caracterización fisicoquímica de los frutos y de sus principales constituyentes* En: *Memorias seminario taller tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.
20. PANTÁSTICO, R.B. 1984. *Fisiología de la posrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. Ed. CECOSA. México.
21. TRIANA, M.A. 1997. *Experiencias con palma de canagucha del proyecto piedemonte caqueteño* En: *Memorias taller de Colombia sobre palmas amazónicas*. CORPOICA Macagual. Florencia-Caquetá.
22. URREGO, L.E. 1987. *Estudio preliminar de la canagucha (Mauritia flexuosa)*. Colombia Amazonica, Vol. 2 (2).
23. VELEZ, G.A. 1992. *Estudio fenológico de diecinueve frutales silvestres utilizados por las comunidades indígenas de la región de Araracuara, Amazonia Colombiana*. Colombia Amazonica, Vol. 6 (1).
24. VILLACHICA, H. 1996. *Frutales y Hortalizas promisorios de la Amazonia*. Lima.
25. WILLS, R.H.; T.H. LEE; W.B. MCGLASSON; E.G. HALL y D. GRAHAM. 1984. *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas en post-recolección*. Ed. Acribia S.A.
26. ZULUAGA, J.J. 1997. *Principales especies de palmas nativas presentes en la flora y fauna del Caquetá, Usos actuales y potenciales* En: *Memorias taller de Colombia sobre palmas amazónicas*. CORPOICA Macagual. Florencia-Caquetá.

**Aspectos biológicos y conservación
poscosecha de la cocona (*Solanum
sessiliflorum*) en la Amazonia
Occidental Colombiana**

6.1. ASPECTOS GENERALES DE LA COCONA

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La cocona parece ser nativa de las vertientes orientales de Los Andes del Perú, Ecuador y Colombia, especialmente del primero de estos países. Esta especie se encuentra de manera natural entre los 200 y 1000 m de altitud; asimismo, se conoce que fue introducida al cultivo hace unos 50 años (Flores, 1996; Villachica, 1996). La cocona crece en zonas con temperaturas medias entre 18 y 30°C, sin presencia de heladas y con precipitación pluvial entre 1500 y 4500 mm anuales. Aparentemente, se beneficia de una sombra ligera durante sus primeros estados de desarrollo; requiriendo de buena radiación solar durante el período de fructificación. Esta adaptada tanto a suelos ácidos de baja fertilidad como a suelos neutros y alcalinos de buena fertilidad, con texturas desde arcillosa hasta arenosa. Se le encuentra cultivada en zonas con altitudes desde el nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m.

LA PLANTA

Es una planta de crecimiento rápido que alcanza hasta dos metros de altura, al inicio es herbácea y después se torna semileñosa (Figura 6.1). El tallo es cilíndrico, grisáceo, con abundante pubescencia dura y ramifica desde cerca del suelo. Las hojas son ovaladas, grandes, de ápice aguso, de bordes sinuados y de lóbulos acuminados y triangulares irregulares con un lado de lámina más alto que el otro; sus dimensiones se encuentran entre los 30 y 50 cm de largo y entre los 20 y 30 cm de ancho. La cara superior de la hoja está cubierta de pelos duros y blancuzcos, con algunos estrellados; mientras que en el lado inferior la pubescencia es suave y estrellada (Villachica, 1996).

La producción de cocona empieza a los seis meses del transplante y la planta exhibe fructificación continua durante uno a dos años, no obstante, la productividad disminuye fuertemente después de 6 a 8 meses de cosecha (Figura 6.2). En esta especie se aprecian flores y frutos en todos los estados de desarrollo.



Figura 6.1. Planta de cocona

El rendimiento por hectárea está en función del ecotipo, la fertilidad del suelo y la densidad de siembra (Pahlenm, 1979).

La respuesta a la fertilización es mayor en los biotipos de frutos grandes, evidenciándose parcialmente en la longevidad y productividad de la planta. En la práctica, generalmente las plantas con frutos pequeños se encuentran en suelos ácidos de baja fertilidad, mientras que las plantas

con frutos grandes se localizan en los suelos de mayor fertilidad (Villachica, 1996).

Estudios efectuados en el Perú indican la existencia de más de 25 biotipos, de los cuales se han seleccionado 11 promisorios. La cocona tiene una fuerte predominancia del progenitor femenino o herencia materna en las características del fruto; de esta manera, el cruce de flores femeninas de plantas con frutos grandes da lugar a frutos grandes, independientemente de la característica de la flor mas-



Figura 6.2. Cultivo de cocona en el departamento de Caquetá

culina; esta influencia de la flor femenina continua en la segunda generación sin segregación aparente (Flores, 1995). Los biotipos identificados en el Perú no se han mantenido en ninguna colección de germoplasma, razón por la cual no están disponibles; sin embargo, la abundancia de estos biotipos en la Amazonia peruana facilita su posible colección e instalación en campo, para estudio y evaluación. En la Amazonia colombiana se distinguen 6 ecotipos, diferenciados por caracteres tales como: el tipo de crecimiento, variables de la hoja, color del epicarpio, cosecha, color e intensidad de la pulpa, peso y tamaño del fruto.

LA FLOR

Las inflorescencias son de tipo cimera monoásica monohelicorde de pedúnculo corto con cinco a nueve flores o botones. En una misma inflorescencia se encuentran flores hermafroditas y estaminadas, no obstante, entre dichas flores no se observan diferencias morfológicas marcadas, únicamente difieren por la presencia de un estilete reducido o un ovario rudimentario en las flores estaminadas.

Las flores predominantemente alógamas miden entre 4 y 5 cm de diámetro y están dispuestas en racimos axilares. El cáliz posee 5 sépalos duros, triangulares y pubescentes en el lado externo y glabros en el interno; la corola exhibe 5 pétalos de color blancuzco, ligeramente amarillo o verdoso, y los estambres son amarillos. Las flores hermafroditas poseen estigma de tipo unido con estilete glabro (Fernández, 1988; Villachica, 1996).

De manera general, en los racimos se presenta apertura de una a dos flores por día.

EL FRUTO

El fruto varía desde casi esférico u ovoide hasta ovalado, con 4 a 12 cm de ancho, 3 a 6 cm de largo y 24 a 250 g de peso. El color de la baya puede ser desde amarillo hasta rojizo; los frutos de color amarillo normalmente están cubiertos de pubescencia blancuzca, fina y suelta, dicha pubescencia es mucho menos notoria en el ecotipo de color rojizo. La cáscara es suave y rodea la pulpa o mesocarpio grueso, amarillo y acuoso. Las cuatro celdas que lo componen están llenas de semillas envueltas en mucílago claro, similares a las del tomate. El fruto posee una fragancia y sabor especial (ligeramente ácido, sin dulce) (Villachica, 1996).

El número de frutos que produce la planta se relaciona con el tamaño de los mismos; es así como, plantas con frutos pequeños (25 a 40 g) producen entre 119 y 87 frutos, plantas con frutos medianos (40 a 60 g) producen entre 83 y 95 frutos y



Figura 6.3. Flor de cocona

plantas con frutos grandes (141 a 215 g) producen entre 39 y 24 frutos (Villacchica, 1996).

Los frutos de cocona redonda (Ecotipo I) presentan un peso promedio de 40.8 g (entre 36.5 y 45.1 g), una longitud promedio de 4.2 cm (entre 4.03 y 4.36 cm) y un diámetro promedio de 4.37 cm (entre 4.22 y 4.52 cm). Estos frutos son achatados en los polos y su color varía de amarillo a marrón oscuro. La cáscara es lisa, sin pilosidades y representa el 18% del peso total del fruto; la pulpa es de color crema, sabor ácido, aroma similar al del tomate de árbol y constituye el 67.2% del peso total; las semillas son glabras, ovaladas, achatadas y componen el 14.6% del peso del fruto (Figura 6.4).

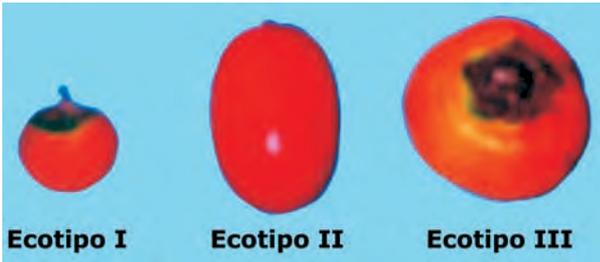


Figura 6.4. Frutos de cocona pertenecientes a tres ecotipos

Los frutos de cocona ovalada (Ecotipo II) registran un peso, longitud y diámetro promedio de 75.79 g, 7.48cm y 4.55 cm respectivamente. Los frutos son de forma ovalada elíptica y su color varía de marrón claro a oscuro (Figura 6.4). La cáscara es lisa, firme, con un espesor de 0.6-0.8 cm, de sabor ácido y representa el 75.72% del peso total del fruto, y las semillas son

abovadas, planas, glabras y constituyen el 10.94% del peso del fruto.

La cocona gigante (Ecotipo III) muestra un peso promedio de 290.03 g, una longitud de 7.48 cm y un diámetro de 4.55 cm (Figura 6.4). El color externo del fruto varía desde amarillo quemado hasta marrón oscuro. La baya es abovada, achatado en los polos y hundida en el punto de inserción del pedúnculo. La cáscara es lisa, delgada y compone el 9.68% del peso total del fruto; la pulpa es gruesa (de hasta 2 cm de espesor), de color amarillo cremoso, firme y constituye el 82.44% del peso del fruto, y las semillas son glabras idénticas a las de los otros dos materiales, pero están dispuestas en 4 de los 6 lóbulos de acuerdo con el tamaño del fruto, y su proporción es del 7.92% del peso total del fruto.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE COCONA DEL PIEDEMONTES AMAZONICO

La cocona es una buena fuente de energía, gracias al alto contenido de carbohidratos; además, aporta grasa y minerales como calcio y hierro. Algunos ecotipos presentan buenos contenidos de vitamina C y pectinas (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Caracterización química de los frutos de cocona

Variable	Contenido
Proteína (%)	2.32
Grasa (%)	8.76
Carbohidratos (%)	78.52
Fibra (%)	3.60
Ceniza (%)	6.79
Calcio (mg/100 g de pulpa)	210.2
Hierro (mg/100 g de pulpa)	8.5

Usos

En medicina tradicional se utiliza como antidiabético, antiofídico y escarbigida, para la hipertensión y en tratamientos de quemaduras. Desde el punto de vista industrial, en la Amazonia colombiana se producen y comercializan productos procesados como néctares y mermeladas.

6.2. DESARROLLO DEL FRUTO DE COCONA

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Aproximadamente 8 días después de la apertura floral se presenta el crecimiento longitudinal del ovario, hecho que marca el inicio del crecimiento del fruto. En este momento el fruto cuajado exhibe una longitud

de 0.9 cm y una tonalidad verde oscura, y esta cubierto por vellosidades blancas. El fruto presenta un crecimiento de tipo sigmoideal doble, determinado por dos períodos de crecimiento exponencial separados por un período de crecimiento más lento. El período de desarrollo desde el estado de fruto cuajado hasta el estado de fruto maduro (color naranja marrón) es de 71 días (Figura 6.5).



Figura 6.5. Etapas de crecimiento del fruto de cocona

Las etapas fenológicas descritas inicialmente por Fajardo y Murcia (1998) se pueden agrupar en tres estados de crecimiento bien definidos. Un estado inicial comprendido entre el día 8 (fruto de 9 mm de diámetro longitudinal) y el día 24 (E1), un estado intermedio comprendido entre el día 25 y el día 42 (E2) y un estado final (E3) que transcurre del día 43 al día 71.

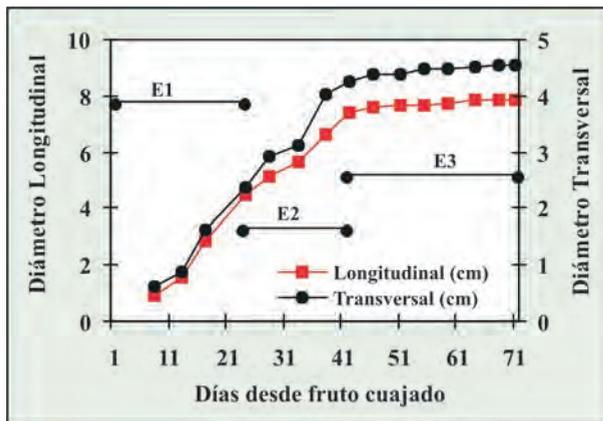


Figura 6.6. Comportamiento de los diámetros longitudinal y transversal a lo largo del desarrollo del fruto de cocona

El tamaño del fruto se incrementa a lo largo de los dos primeros estados de desarrollo (día 1 a 24) como consecuencia de la continua división celular y el aumento de tamaño de las células del exocarpio y mesocarpio (Figura 6.6). Internamente, hacia el final del segundo estado se diferencia el mucílago característico del tejido parenquimático de la pulpa. Los pesos seco y fresco se incrementan a lo largo de los tres estados de desarrollo, resultado de la acumulación de sustancias

de reserva en los tejidos de almacenamiento que lo componen (Figura 6.7). El peso seco de los frutos de cocona muestra un aumento progresivo durante el desarrollo, siendo mayor la ganancia de materia seca durante el segundo estado. Por su parte, el peso fresco se incrementa con mayor intensidad al final del estado uno y hasta comienzos del segundo estado de desarrollo (día 17 al 48), posteriormen-

te se estabiliza, dando inicio al proceso de maduración final del fruto.

Las dimensiones de los frutos de la cocona cultivada en piedemonte amazónico se encuentran en el orden de los 7.68 cm de diámetro longitudinal, 4.55 cm de diámetro transversal y 88.56 g de peso en el estado de madurez de consumo.

Las tasas de crecimiento relativo decrecen durante los dos primeros estados, presentándose los mayores valores durante el primer estado de desarrollo (día 1 a 24). En la fase final (estado tres - E3) se observa un ligero incremento en las tasas de crecimiento, lo que evidencia la presencia de dos períodos críticos de crecimiento, el primero entre los días 13 y 33 y el segundo entre los días 38 y 46 (Figura 6.8); lo anterior indica que la mayor acumulación de nutrientes ocurre en estos períodos.

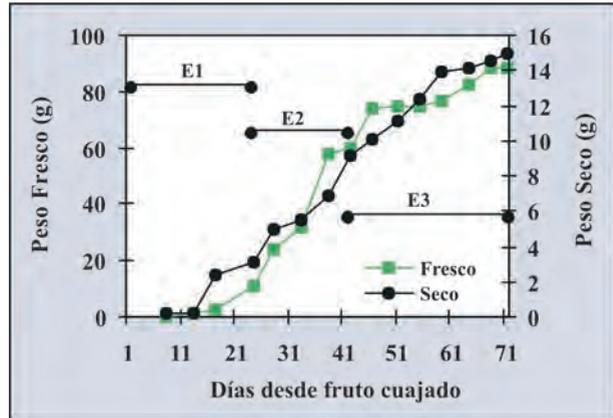


Figura 6.7. Comportamiento de los pesos fresco y seco durante el desarrollo del fruto de cocona

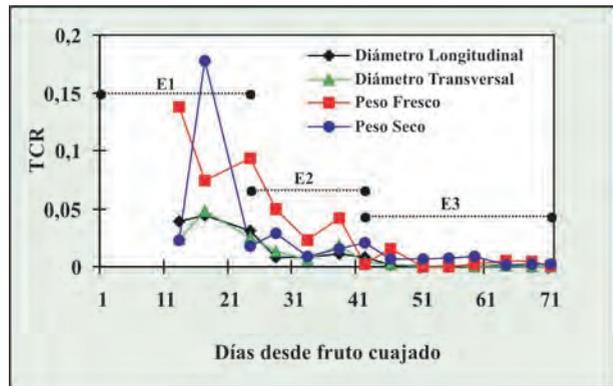


Figura 6.8. Variación de las tasas de crecimiento relativo (TCR) durante el desarrollo del fruto de cocona

RESPIRACIÓN

Inicialmente los frutos de cocona presentan altas tasas respiratorias, las cuales disminuyen progresivamente a través de los primeros estados de desarrollo (Figura 6.9). Las tasas respiratorias decrecen a lo largo del primer estado, presentándose los mayores descensos entre los días 13 ($316.7 \text{ mgCO}_2/\text{kg-h}$) y 24 ($53 \text{ mgCO}_2/\text{kg-h}$); posteriormente la respiración continua decreciendo hasta el día 33 ($17.62 \text{ mgCO}_2/\text{kg-h}$). Debido a los requerimientos energéticos para los procesos de crecimiento y diferenciación, en los estados iniciales de desarrollo del fruto se presenta una alta degradación de sustancias, la cual redundará en cambios bioquímicos y

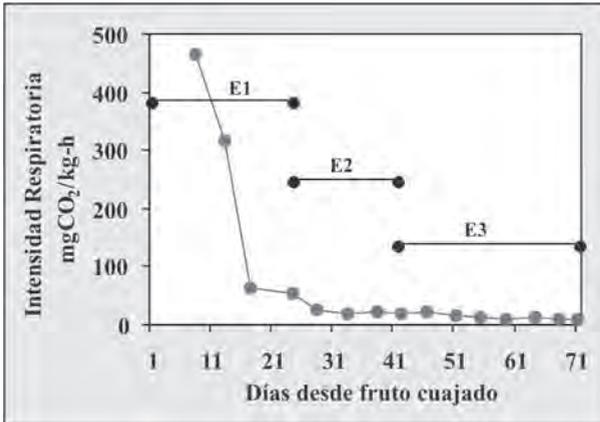


Figura 6.9. Comportamiento de la intensidad respiratoria durante el desarrollo del fruto de cocona

anatómicos. A partir del día 34 y hasta el final de ciclo de desarrollo los valores de intensidad respiratoria son bajos, sin evidencia clara de una crisis climática.

Durante el segundo estado se aprecia una tendencia al incremento de la intensidad respiratoria (días 25, 38 y 46), dicho aumento actúa como un mecanismo disparador de procesos metabólicos, generando cambios en los sólidos solubles totales, materia seca, azúcares y ácidos.

CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN

Porcentaje de pulpa, corteza y semilla

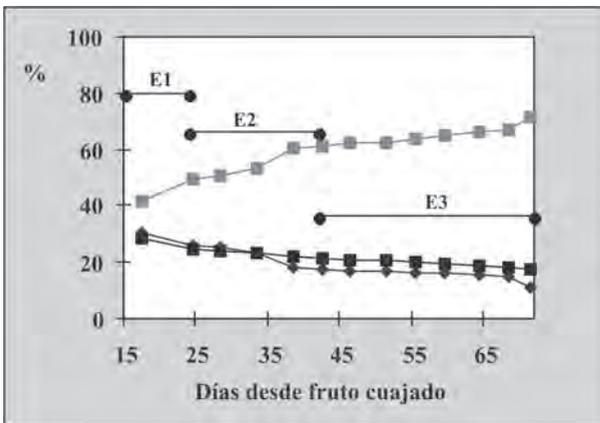


Figura 6.10. Comportamiento de las proporciones de pulpa, corteza y semilla a lo largo del desarrollo del fruto de cocona

Las proporciones de pulpa y semilla presentan una relación inversa. En el primer estado de desarrollo (día 1 a 24) se observa un incremento en el porcentaje de pulpa durante y durante la segunda etapa y hasta el final del ciclo de crecimiento el porcentaje de pulpa aumenta de manera constante (Figuras 6.10 y 6.11). Por otro lado, la proporción de corteza exhibe una tendencia similar a la de la pulpa pero en sentido contrario. Hacia el final del estado tres el porcentaje de pulpa muestra un valor de 71.57% y la proporción de corteza

un valor de 11.12%, lo que corresponde al 82.69% del peso total del fruto. La proporción de semilla con respecto al total de fruto decrece en mayor magnitud durante el último estado de desarrollo, sin embargo, su valor se mantiene por encima de la proporción de corteza a partir del día 24 (Figura 6.11).



Figura 6.11. Fruto y corte transversal de la baya de cocona

Sólidos Solubles Totales y Azúcares

Durante el segundo estado de desarrollo los sólidos solubles totales (SST) muestran un aumento progresivo, alcanzando el máximo valor a finales de dicho estado y comienzos de E3. Por su parte, los azúcares totales aumentan hacia el final de E2 y durante el último estado, apreciándose la mayor acumulación a lo largo de esta etapa (Figuras 6.12 y 6.13).

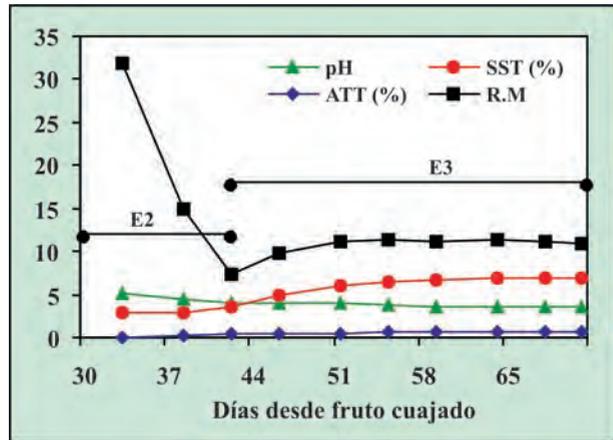


Figura 6.12. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST), el pH, la acidez total titulable (ATT) y la relación de madurez (R.M) a lo largo del desarrollo del fruto de cocona

A lo largo del estado tres la relación entre los azúcares totales (AT) y reductores (AR) varía de 1:1.3 a 1:2.75, lo que indica que los azúcares predominantes son los No Reductores. Por el contrario, los azúcares reductores se incrementan en forma menos drástica durante el segundo estado, alcanzando su máxima acumulación al final del ciclo de desarrollo (E3) (Figura 6.13).

Según Wills (1998), en frutos No Climatéricos la acumulación de azúcares no procede de la degradación de reservas amiláceas sino de la savia (fotoasimilados), razón por la cual la acumulación de SST y azúcares esta influida por el clima, la nutrición y la carga de la planta.

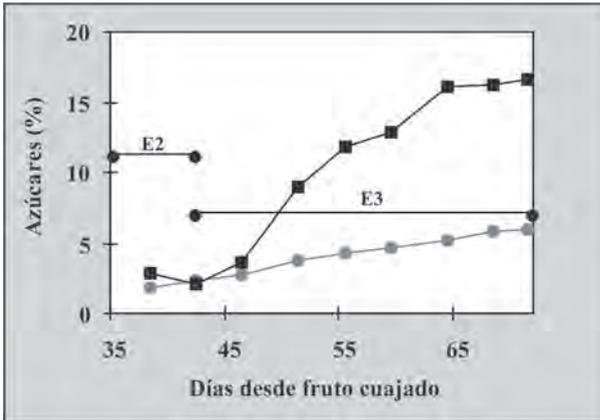


Figura 6.13. Comportamiento de los azúcares totales y reductores durante el desarrollo del fruto de cocona

Acidez Total Titulable y pH

La ATT presenta un incremento durante el desarrollo del fruto, comportamiento que contrasta con el del pH, el cual desciende como consecuencia de la relación inversa existente entre estos dos factores (Figura 6.12). Los ácidos orgánicos constituyen una importante fuente de energía respiratoria en la célula vegetal, sin embargo, en frutos ácidos los ácidos orgánicos se sintetizan en mayor cantidad hasta llegar al punto óptimo

de sazón. Los valores altos de pH contrastan con valores bajos de acidez, en especial los primeros días del segundo estado.

Relación de madurez

La relación de madurez presenta altos valores durante el segundo estado de desarrollo, estado en el cual se aprecia una disminución progresiva de 31.78 a 7.31 (día 42) (Figura 6.12). El comportamiento de la relación de madurez es resultado del aumento en la concentración de ácidos durante E2 (Figura 6.12), puesto que en dicho periodo se da una síntesis activa de los ácidos orgánicos que le imprimen la característica de fruta ácida a la cocona. Durante el último estado de desarrollo la relación de madurez se incrementa hasta un valor cercano a 11, como respuesta a la acumulación de azúcares que se da en este estado; posteriormente se estabiliza producto de la acumulación de azúcares y ácidos. La relación de madurez constituye el balance azúcar/ácido de las frutas y es usada como criterio para evaluar su calidad. Los frutos de cocona en estado de óptima maduración para consumo deben tener una relación de madurez alrededor de 11.

6.3. MADURACIÓN E ÍNDICES DE COSECHA

Durante el final del ciclo de desarrollo del fruto de cocona se genera el proceso de maduración, en el cual el nivel de firmeza disminuye (Figura 6.14) como resultado del aflojamiento de la estructura celulósica fibri-

lar; en este estado las células se vuelven redondas y tienden a disociarse debido a los cambios en el grosor de la pared celular y la degradación de hidratos de carbono poliméricos como la hemicelulosa, dichas modificaciones debilitan las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen unidas unas célula a otras.

La maduración de los frutos de cocona coincide también con los cambios en la coloración tanto de la pulpa como de la corteza, la cual desarrolla tonalidades verde intenso, visos amarillos y finalmente marrón claro (Figura 6.15).

La pérdida de color verde es consecuencia de la degradación de la clorofila y al desenmascaramiento de pigmentos como carotenos y xantofilas. Internamente la pulpa sufre cambios de coloración que se manifiestan en una pigmentación amarilla alrededor del primordio seminal. Por su parte, la semilla durante este proceso se recubre de una testa dura y los arilos se hacen más jugosos.

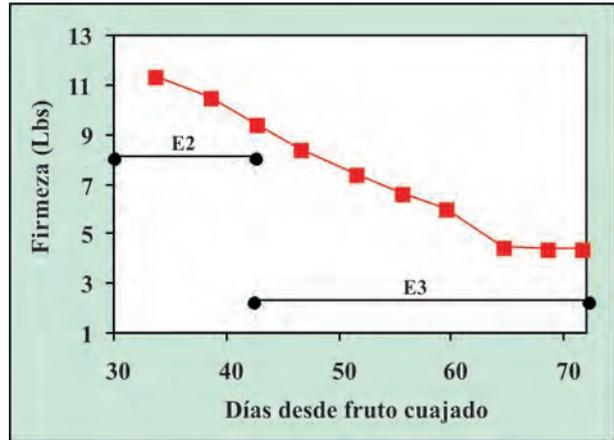


Figura 6.14. Comportamiento del nivel de firmeza durante el desarrollo del fruto de cocona



Figura 6.15. Cambios de color durante el desarrollo del fruto de cocona

La firmeza, el color y los sólidos solubles totales constituyen índices de cosecha apropiados para la cocona; por el contrario, las dimensiones físicas como peso fresco y diámetro no son válidas como parámetros de recolección, ya que se pueden ver muy afectados por las condiciones externas.

Los frutos de cocona al momento de la cosecha deben registrar un color naranja marrón casi en la totalidad de la superficie y una firmeza y un contenido final de sólidos solubles totales alrededor de 4.43 Kg-f/cm² y 5-6% respectivamente.

6.4. POSCOSECHA

DESARROLLO DE LA MADURACIÓN DEL FRUTO A 15°C

El fruto de cocona bajo condiciones de almacenamiento a 15°C y 80% de H.R. presenta un período de vida útil de 19 días, momento a partir del cual se observan síntomas de senescencia, deshidratación y pérdida acelerada de peso y de firmeza.

Cambios de color



Figura 6.16. Cambios físicos en frutos de cocona almacenados a 15°C

Durante el almacenamiento el fruto no manifiesta cambios drásticos en el color de la corteza. A partir del día 16 el fruto exhibe una tonalidad naranja marrón oscura, lo que marca el inicio de la senescencia del fruto; simultáneamente con el cambio de tonalidad, se observa el ablandamiento de la pulpa y en algunos casos arrugamiento de la corteza y daños en los ápices del fruto, caracterizados

por hundimiento de la cáscara, oscurecimiento y deshidratación.

Firmeza

La consistencia del fruto no presenta alteraciones marcadas durante el tiempo de conservación del fruto (Figura 6.17), es decir, la pérdida de firmeza es mínima.

A esta condición contribuye la composición fisiológica del fruto y una lenta transformación de las protopectinas a ácido pectínico.

Pérdida de peso

Generalmente la pérdida de agua se da a través de la zona de inserción del pedúnculo, sin embargo, la pérdida también se produce por los estomas y la cutícula de la epidermis.

Los frutos de cocona almacenados a 15°C pierden entre un 4 y un 5% de su peso inicial durante los primeros 19 días de almacenamiento (Figura 6.18). Generalmente los frutos que han perdido entre el 5 y 7% de su peso inicial muestran signos de pérdida de masa, esto es, deshidratación, oscurecimiento de la corteza y ablandamiento del ápice del fruto, dichos signos afectan la apariencia y, además, generan una pérdida económica, especialmente si la fruta se vende por peso. La magnitud de pérdida de peso es un indicador del potencial de almacenamiento de la cocona, obteniéndose una larga vida útil si el fruto es almacenado a la temperatura adecuada.

Intensidad respiratoria

El comportamiento de la curva de la intensidad respiratoria de la cocona sigue el patrón típico de los frutos no climatéricos. No obstante, se presentan leves incrementos los días 9 y 16, los cuales se pueden explicar por el inicio de procesos

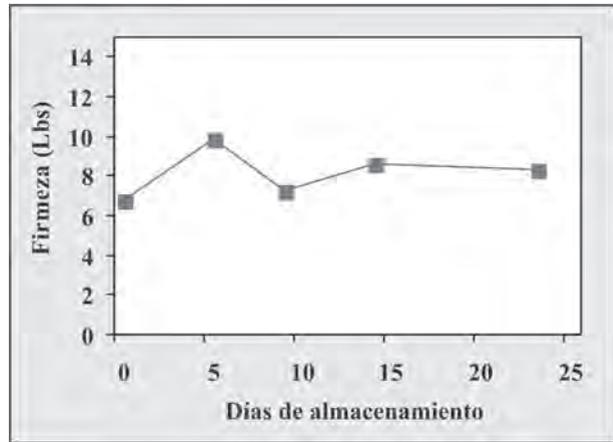


Figura 6.17. Cambios en el nivel de firmeza en frutos de cocona almacenados a 15°C

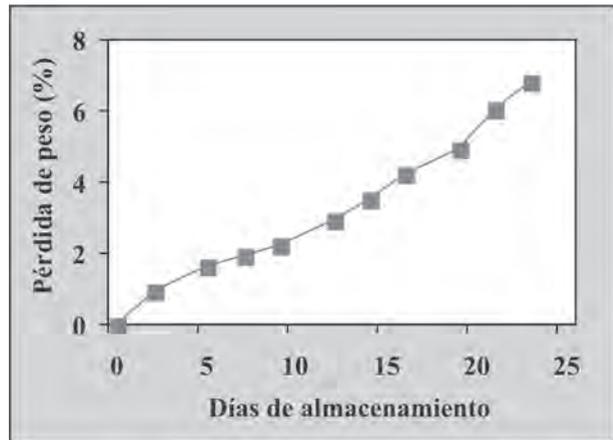


Figura 6.18. Comportamiento de la pérdida de peso durante el almacenamiento de frutos de cocona a 15°C

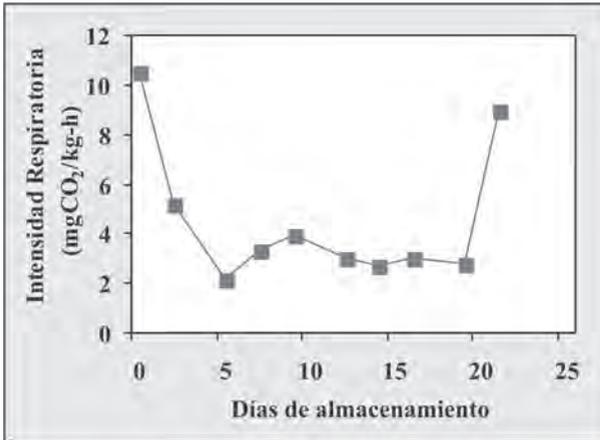


Figura 6.19. Cambios en el nivel de firmeza en frutos de cocona almacenados a 15°C

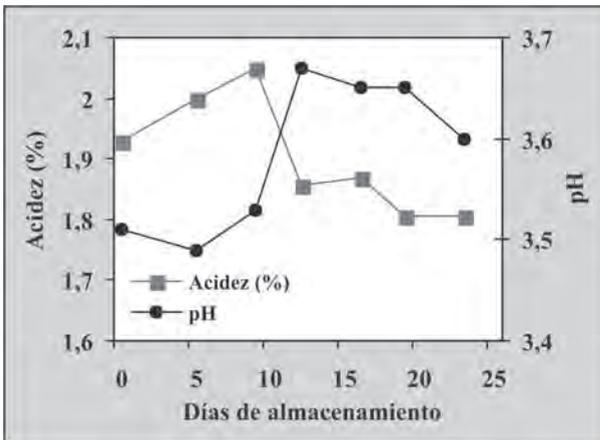


Figura 6.20. Comportamiento de la acidez total titulable y el pH en frutos de cocona almacenados a 15°C

de degradación en el fruto. La intensidad respiratoria se incrementa notablemente a partir del día 19 como consecuencia de la alta actividad metabólica que generan los procesos de senescencia y degradación (Figura 6.19).

Acidez Total Titulable y pH

Durante la conservación, la acidez total titulable (ATT) tiende a disminuir en contraste con el pH (Figura 6.20). La acidez decrece a un valor alrededor de 1.81 % el día 19 (máxima vida útil del fruto), mientras que el pH logra un valor cercano a 3.6 en este período. En la maduración hay una disminución en los ácidos orgánicos, ya que ellos son respirados y/o convertidos en azúcares. En el caso de la cocona, debido a su patrón respiratorio de tipo no climatérico, se observa una variación mínima en el comportamiento de la acidez total titulable.

Sólidos Solubles Totales y Azúcares

El mayor cambio asociado con la maduración es el desdoblamiento de polímeros, especialmente la conversión del almidón en azúcares; este proceso cambia el sabor y la textura. El incremento de azúcares hace los frutos más dulces y por ende más aceptables, sin embargo, en frutos no climatéricos como la cocona, el azúcar es derivado de las sustancias asimiladas más que de reservas amiláceas. En los frutos de cocona almacenados a 15°C las variaciones

en los azúcares totales son mínimas (Figura 6.21).

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA CONSERVACIÓN DEL FRUTO

La temperatura es el factor más importante en la conservación de la calidad de los frutos y vegetales cosechados. Disminuyendo la temperatura tanta para productos climatéricos como no climatéricos disminuye su tasa de deterioro, manteniendo la calidad por más tiempo y por ende la vida útil.

La maduración normal de los frutos se da en un rango particular de temperatura entre 10 y 30°C, sin embargo, la mejor calidad de los frutos se desarrolla generalmente a temperaturas de maduración entre 20 y 30°C

A continuación se expone el efecto de la baja temperatura en la fisiología del fruto de cocona.

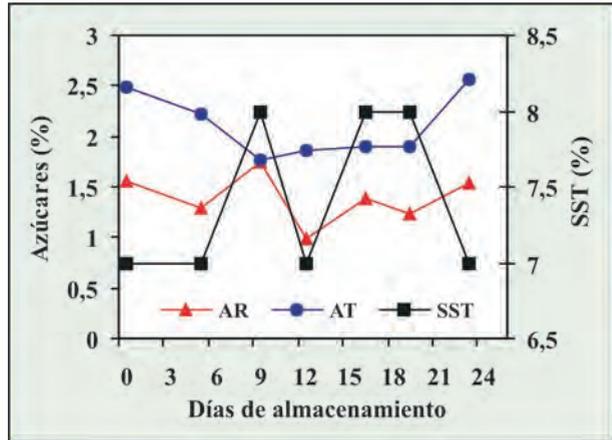


Figura 6.21. Cambios en los sólidos solubles totales (SST) y azúcares reductores (AR) y totales (AT) en frutos de cocona almacenados a 15°C

Cambio de color

En los frutos almacenados a 7°C la coloración de la corteza se torna marrón oscura a partir del día 7 de conservación. Desde el día 9 y hasta el día 12 los frutos presentan síntomas de daño por frío, los cuales se manifiestan como manchas de color marrón en pequeñas depresiones de la corteza (Figura 6.22). Generalmente, las partes afectadas por el daño por frío se reblandecen y se presenta ataque por microorganismos. Los daños son consecuencia de un desequilibrio en el metabolismo y de la pérdida de



Figura 6.22. Daños por frío en frutos de cocona almacenados a 7°C

firmeza y como se observa están en función del tiempo de almacenamiento, el grado de madurez y la temperatura de conservación.

Los frutos almacenados a 11°C manifiestan cambios en la corteza aunque la intensidad es menor y el tiempo para la aparición de las lesiones es mayor y menos pronunciado. Estos cambios generalmente se presentan hacia los 14 días de la conservación y son producto del inicio de los procesos de deshidratación y senescencia.

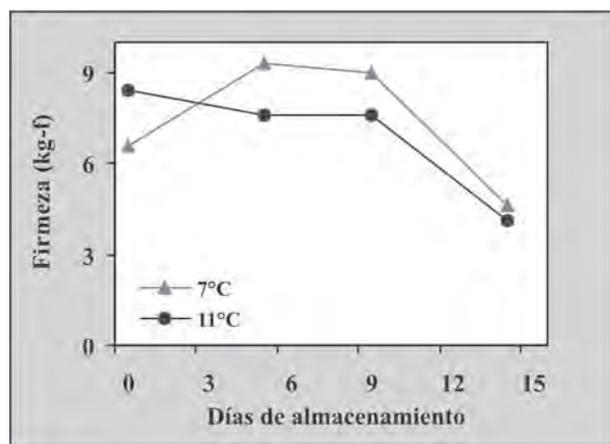


Figura 6.23. Comportamiento del nivel de firmeza en frutos de cocona almacenados a 7 y 11°C

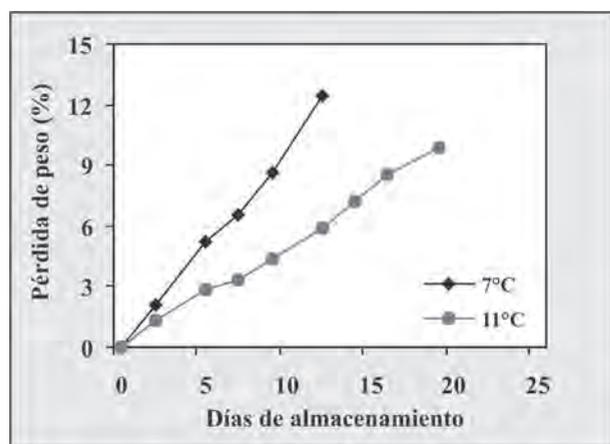


Figura 6.24. Comportamiento de la pérdida de peso en frutos de cocona almacenados a temperaturas de 7 y 11°C

Firmeza

La consistencia de la fruta de cocona almacenada a 7°C se ve afectada por las condiciones de baja temperatura (Figura 6.23). Durante el almacenamiento el nivel de firmeza disminuye, observándose una mayor intensidad en los frutos almacenados a 11°C, producto de una mayor actividad enzimática sobre la composición de las paredes celulares (celulosas, hemicelulosas y pectinas).

Pérdida de peso

Los frutos almacenados a 7°C presentan mayor pérdida de peso, con relación a los refrigerados a 11°C (Figura 6.24).

A pesar de que las velocidades de los procesos de respiración y transpiración disminuyen por efecto de la baja temperatura, la deshidratación de la piel y los daños que se generan a la temperatura de 7°C

producen mayores pérdidas de peso en menor tiempo (Figura 6.25).

Sólidos Solubles Totales y Azúcares

El mayor valor de sólidos solubles totales se presenta a los 9 días de conservación en los frutos almacenados a una temperatura de 11°C (Figuras 6.26 y 6.27). En las condiciones de refrigeración a 7 y 11°C los azúcares reductores disminuyen, observándose mayores valores para los frutos almacenados a 7°C, resultado de la mayor velocidad de las reacciones bioquímicas a temperatura de 11°C.

Los azúcares totales, por el contrario, alcanzan valores semejantes al final del almacenamiento para las dos condiciones de refrigeración, evidenciándose mínimas variaciones durante la conservación (Figuras 6.26 y 6.27).



Figura 6.25. Daños presentados en frutos de cocona después de dos días de almacenamiento a 7°C

Acidez Total Titulable y pH

El pH y la acidez de las frutas almacenadas a 7°C y 11°C presenta un comportamiento inverso, es decir, mientras la acidez disminuye el pH aumenta (Figura 6.28). Este comportamiento es consecuencia de las reacciones bioquímicas normales ocurridas durante la maduración de los frutos, puesto que en dicho periodo los ácidos son respirados y/o convertidos en azúcares. A 11°C las reacciones presentan una mayor velocidad resultado del efecto de la temperatura en el desarrollo de los procesos metabólicos.

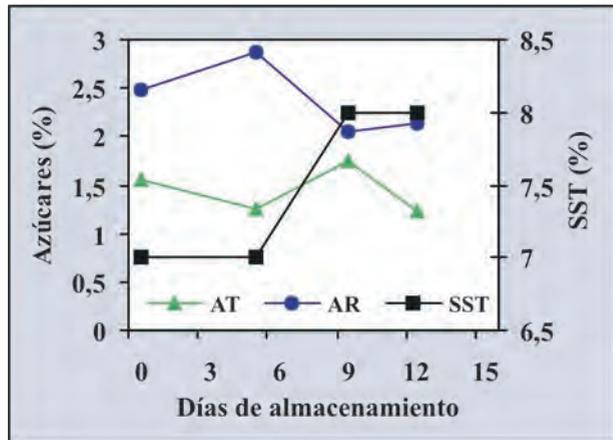


Figura 6.26. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) y los azúcares totales (AT) y reductores (AR) a lo largo del almacenamiento del fruto de cocona a 7°C

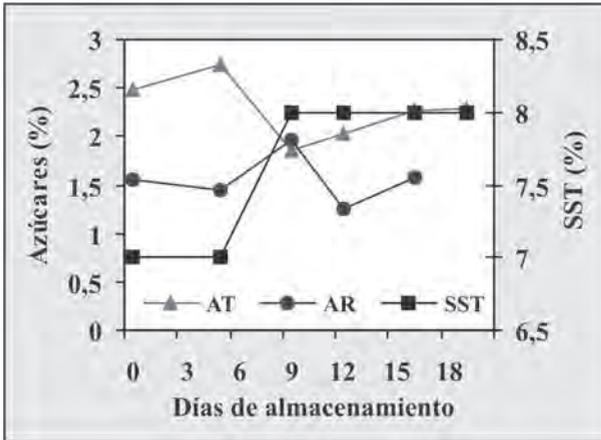


Figura 6.27. Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) y los azúcares totales (AT) y reductores (AR) a lo largo del almacenamiento del fruto de cocona a 11°C

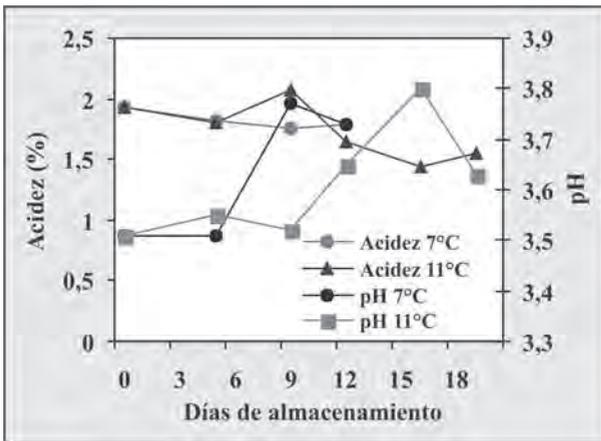


Figura 6.28. Comportamiento de la acidez total titulable y el pH en frutos de cocona almacenados a 7 y 11°C

Intensidad de respiración

Durante el almacenamiento del fruto de cocona se observa un patrón respiratorio de tipo no climaterio. Al valorar el comportamiento de los frutos bajo condiciones de 15°C se obtiene una vida útil de 19 días, en contraste, con el periodo de 9 y 14 días de vida útil alcanzado en los frutos almacenados a 7°C y a 11°C respectivamente (Figura 6.29).

Durante la refrigeración de los frutos de cocona a 7°C y 11°C no se presentan cambios significativos en las intensidades respiratorias. Sin embargo, a partir del día 10 los frutos refrigerados a 7°C exhiben tasas respiratorias mayores con relación los frutos almacenados a 11°C.

La intensidad respiratoria de los frutos de cocona almacenados a bajas temperaturas se ve disminuida con respecto a la temperatura de maduración (15°C) (Figura 6.30). No obstante, se observa que a una temperatura de 7°C, la manifestación de daños por frío, los cuales inducen cambios

en las propiedades físicas de las membranas celulares, limitan la vida útil de los frutos. La actividad respiratoria de los frutos de cocona almacenados a 11°C es menos intensa hasta el día 14, momento a partir del cual se observa un incremento producto de la aparición de signos de escaldaduras y deshidratación. La cocona almacenada a 11°C desarrolla el sabor y el aroma característico y no exhibe síntomas de daño por frío.



Figura 6.29. Cambios presentados en los frutos refrigerados a 11°C

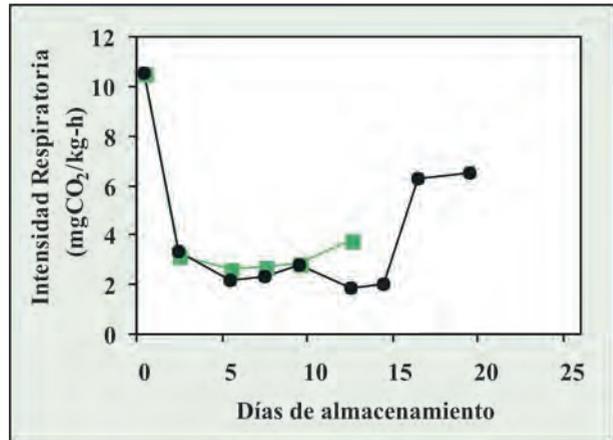


Figura 6.30. Cambios en la intensidad respiratoria durante la refrigeración de cocona

6.5. BIBLIOGRAFÍA

1. BARRERA J.; M.S. HERNÁNDEZ; S. MURCIA y M. FAJARDO. 1999. Cambios fisiológicos y fisicoquímicos durante el desarrollo de la fruta de cocona (*Solanum sessiliflorum* D.) En: Memorias VI congreso de la sociedad colombiana de fitomejoramiento y producción de cultivos. Villavicencio-Meta.
2. BARRERA, J.A. 2000. Parámetros e índices de recolección de frutas amazónicas promisorias en la Amazonia occidental colombiana En: Memorias seminario taller tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.
3. BIALE, J.D. 1960. Postharvest physiology of fruits.
4. CAVALCANTE, P. 1988. Frutas comestíveis da amazonia. Belén-Para.
5. FAJARDO, M.E. y S.R. MURCIA. Determinación del momento óptimo de cosecha y elaboración de productos osmodeshidratados de la cocona (*Solanum sessiliflorum* D.) en el piedemonte Caqueteño. Tesis (pregrado). Facultad de Ingeniería de alimentos, Universidad de la Salle. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.

6. FERNÁNDEZ. 1988. *Biología Floral de Solanum sessiliflorum var. sessiliflorum na regio de Manaus*. Am. Acta Amazónica 18 (3-4): 55-65.
7. FLORES, P.S. 1997. *Cultivo de frutales nativos amazónicos "manual para el extensionista"*. Lima.
8. GALVIS, J.A. 1998. *Comportamiento fisiológico de las frutas durante la postcosecha* En: *Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.
9. GALVIS, J.A. 1998. *Factores de precosecha que influyen en la maduración del fruto* En: *Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.
10. GALVIS, J.A. 1998. *Índices de cosecha y su relación con la calidad de las frutas* En: *Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.
11. GALLO, F. 1988. *Factores de precosecha que afectan la fisiología y manejo postcosecha de frutas y hortalizas* En: *Memorias simposio nacional de fisiología y tecnología postcosecha de productos agrícolas*. Ed. Limusa. México.
12. GONZÁLEZ. D.V. 2000. *Análisis del desarrollo de la fase reproductiva y determinación de parámetros de recolección de la carambola variedad ácida producida en el piedemonte amazónico colombiano*. Tesis (pregrado). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'.
13. HERNÁNDEZ, M. S. 1998. *Bioquímica de la maduración* En: *Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.
14. HERNÁNDEZ, M. S. 1998. *Uso del frío en la conservación de frutas y hortalizas* En: *Memorias seminario taller avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Florencia-Caquetá.
15. HERNÁNDEZ, M. S. 2000. *Fisiología de la maduración de frutos amazónicos* En: *Memorias Seminario taller tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.
16. HERRERO, A. y GUARDIA, J. 1992. *Conservación de frutos: Manual Técnico*. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
17. KADER A.A. 1992. *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California.
18. OVIEDO, E. 2000. *Caracterización y valoración nutricional de frutas promisorias en la Amazonia colombiana* En: *Memorias seminario taller tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.
19. PAEZ, D. 2000. *Caracterización fisicoquímica de los frutos y de sus principales constituyentes* En: *Memorias seminario taller tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá.
20. PANTÁSTICO, R.B. 1984. *Fisiología de la posrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. Ed. CECOSA. México.
21. VILLACHICA, H. 1996. *Frutales y Hortalizas promisorios de la Amazonia*. Lima.
22. WILLS, R.H.; T.H. LEE; W.B. MCGLASSON; E.G. HALL y D. GRAHAM. 1984. *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas en post-recolección*. Ed. Acibia S.A.

Se terminó de imprimir en el mes de
marzo de 2004 en los talleres de



www.produmedios.com

Tel.: 288 5338. Bogotá, DC - Colombia