



MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE FRUTALES NATIVOS DE LA AMAZONIA¹

María Soledad Hernández G², Jaime Alberto Barrera G³,
Ximena Leticia Bardales I⁴, Marcela Piedad Carrillo B⁵,
Grupo Frutales Promisorios de la Amazonia⁶

INTRODUCCIÓN

Las frutas amazónicas fueron identificadas como una alternativa productiva desde mediados de la década del 80 y estudios de ese momento confirmaron la potencialidad del uso de ellas en sistemas productivos netamente amazónicos (Vélez, 1991). Ya para entonces, el maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.), el aguaje (*Mauritia flexuosa* L.F.), el anón amazónico (*Rollinia mucosa*) (Jacq) (Baill), el lulo amazónico o cocona (*Solanum sessiliflorum*) y el caimo (*Pouteria caimito*) (R. y P.) (Radlk) entre otras, quedaron inscritas como especies promisorias de la Amazonia colombiana.

Hacia 1993, el Convenio Interinstitucional entre la Universidad Nacional de Colombia, la Corporación para la Amazonia Aracacuara y el proyecto Tropenbos Colombia concluyó un trabajo que buscaba consolidar un espacio para la investigación y el conocimiento de las especies con potencial económico de la región amazónica. El resultado fue la preparación de 39 perfiles

sintéticos sobre el estado del arte del conocimiento de 39 plantas seleccionadas por el equipo técnico de la Corporación Aracacuara. Cada perfil registra información sobre aspectos básicos como botánica, distribución, ecología, etnobotánica, manejo agronómico, datos de herbario y bibliografía, así como un directorio de investigadores para consulta de especialistas y público en general (Garzon y Leyva, 1993).

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

¹ Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). Programa de Investigación en el Manejo y Transformación de Frutos nativos de la región amazónica colombiana. Línea estratégica de alternativas productivas sostenibles y mercados verdes

² Bióloga Ph. D. Investigadora Principal II. Instituto Sinchi.

³ Ingeniero Agrónomo M. Sc. Investigador Sede Occidente Florencia.

⁴ Ingeniera Química. Investigadora de la sede principal, Leticia.

⁵ Ing. Química. Joven investigadora en formación.

⁶ Grupo de investigación reconocido por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

quecimiento de bosques y policultivo de frutales, que integran el componente arbóreo, agrícola, herbáceo, animal y humano, empiezan a ocupar un lugar predominante en las alternativas productivas para la Amazonia colombiana.

Es precisamente aquí donde la labor integral en investigación y desarrollo de frutales promisorios de la Amazonía colombiana constituye una alternativa promisoriosa, dadas sus posibilidades productivas incorporadas a métodos que permitan el establecimiento de sistemas integrales que brinden la oportunidad conservar el ecosistema, facilitar la generación de recursos para los productores y mejorar la calidad de vida de sus pobladores.

El programa busca establecer parámetros tecnológicos apropiados de producción con parámetros de producción orgánica que establezcan sistemas productivos limpios, dejando de lado el uso de componentes químicos que generan procesos de degradación irreversibles en los ecosistemas.

La certificación orgánica favorece la inclusión de un mercado, cuyo crecimiento se ha visto favorecido por los cambios de preferencias de los consumidores y las mayores preocupaciones por el cuidado de la salud. Esto indica que los consumidores se encuentran dispuestos a pagar por los servicios agregados de calidad. 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, impulsa el crecimiento comercial en el corto plazo.

Los frutales amazónicos hacen parte de la oferta de la diversidad presente en la región amazónica colombiana. Están caracterizados por ser poco conocidos a escala nacional, con producción y comercio reducido, en su mayoría limitado los departamentos donde son producidos: Caquetá, Putumayo, Amazonas, Guaviare, Guainía y algunos otros cercanos.



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

Objetivos del programa

El programa de investigación en frutales amazónicos del Instituto Sinchi ha tenido y tiene y por objeto contribuir al desarrollo del sector alimentario e industrial mediante la colecta y conservación de recursos de la diversidad a través del diseño de tecnologías apropiadas para el manejo y aprovechamiento de especies promisorias del bosque amazónico. Desde 1996, cuando se crea la Regional Occidente, con sede en Florencia, Caquetá, el programa de frutales amazónicos ha estado presente en el quehacer institucional, lo que le ha permitido a la regional consolidar una base tecnológica, social y empresarial que ha se viene constituyendo en una oportunidad de cadena agroambiental para la Amazonia occidental colombiana. Una vez consolidado un modelo para la caracterización, valoración y generación de atributos de uso y manejo, se iniciaron acciones en la sede principal de Leticia, donde el programa realizó sus primeras acciones en el año 2001 y consolidó un área de trabajo a partir del 2002.

Líneas de acción

Entre 1996 y el 2001, el programa de investigación estableció las líneas de investigación en siete áreas básicas de trabajo:

1. Caracterización y valoración nutricional de especies priorizadas.
2. Crecimiento y desarrollo vegetativo.
3. Caracterización del desarrollo reproductivo y determinación de índices de recolección.
4. Caracterización del proceso de maduración y conservación de frutos mediante diferentes técnicas de poscosecha.
5. Tecnología para el aprovechamiento integral y operaciones de proceso.
6. Diseño de estrategias de comercialización e inclusión en el programa de mercados verdes.
7. Divulgación de resultados.

En la Tabla 1 se presenta el consolidado de especies caracterizadas según cada línea de investigación propuesta. Entre ellas, se destacan arazá (*E. Stipitata* McVaugh), cocona (*S. Sessilliflorum* Dunal), piña nativa (*A. comosus* Merrill), carambolo (*A. carambola* L.), canangucha (*M. flexuosa*), chontaduro (*B. Gasipaes* H.B.K), maraco (*T. bicolor* H.B.K), copoazú (*T. grandiflorum* Wild ex Spreng (Schum)), borojó (*Borojoa patinoi* Cuatr.), pomarroso (*Sizigium malacensis*) y ají (*Capsicum* spp.).

En el marco de la estrategia, se consolida en la región occidental un laboratorio para análisis bromatológicos y fisicoquímicos con capacidad para diversificar el estudio de la composición y diversos metabolitos de importancia para algunas especies priorizadas. Se crea así el laboratorio de nutrición y análisis de alimentos que, en el convenio suscrito desde 1996 (aún vigente) con la Universidad de la Amazonia, dio vida a esta fortaleza analítica que permite caracterizar las condiciones intrínsecas del material biológico proveniente de especies vegetales promisorias para consumo fresco o como materia prima en la agroindustria local y así establecer los atributos individuales para su posterior uso y manejo.

En la Tabla 2 se presentan los resultados más sobre-

TABLA 1. ESPECIES ESTUDIADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA "INVESTIGACIÓN EN EL MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE FRUTALES NATIVOS DE LA REGIÓN AMAZÓNICA COLOMBIANA"

ESPECIE	ANÁLISIS DE CRECIMIENTO	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	ÍNDICES DE RECOLECCIÓN	CARACTERÍSTICAS MADURACIÓN	TECNOLOGÍAS POSCOSECHA	TRANSFORMACIÓN	ESCALAMIENTO DE PROCESOS	DIVULGACIÓN
Anón amazónico								
Araza								
Borojó								
Canangucha								
Carambolo								
Copoazú								
Inchi								
Lulo Amazónico								
Maraco								
Piña								
Pomorroso								
Ají (Capsicum)								

Fuente: Barrera y Hernández (2003).

salientes de estas caracterizaciones en términos de la composición nutricional de las especies priorizadas. Como una fortaleza adicional, este laboratorio presta servicios analíticos a otros programas y otras líneas de investigación, permitiendo así, entre otros, caracterizar materiales promisorios provenientes de los bancos de germoplasma del Instituto Sinchi en la Regional Norte. Además, estos primeros resultados de composición nutricional han sido incluidos en la actualización de la tabla de composición de alimentos preparada por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), lo que ratifica la rigurosidad e importancia de la información procesada, además de ser claro reconocimiento a una labor única en la caracterización de especies de origen amazónico en el ámbito nacional (Ver Tabla 2).

Las tablas de valor nutricional que son procesados desde el laboratorio de análisis no solamente contribuyen a promover el consumo de los frutos amazónicos sino que constituyen la base de los cálculos de factor nutricional que acompañan los productos procesados y que son requerimiento indispensable para el trámite de licencias del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), código de barras y demás

requerimientos comerciales, indispensables en el marco de la estrategia de mercados verdes del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El crecimiento y desarrollo vegetativo son componentes fundamentales para el análisis de las dinámicas de los sistemas productivos, pues, a partir de ahí, se conocen de una especie los períodos, la tasa de mayor crecimiento y las etapas del desarrollo, y se pueden predecir floraciones y estimar el efecto de las condiciones ambientales en la respuesta de una o varias especies involucradas en el sistema. Hasta el momento, se han adelantado estudios de crecimiento y desarrollo vegetativo de cinco especies de importancia regional; arazá (*E. stipitata*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), maraco (*T. Bicolor*) ají (*Capsicum spp.*) y cocona (*S. sessiliflorum*), haciendo uso, entre otras, de la determinación de modelos matemáticos para estimar el área foliar y peso seco, sin recurrir a muestreos destructivos, para posteriormente aplicarlos al análisis de crecimiento vegetativo de la especie según el sistema de producción propuesto en la región, mediante las diferentes funciones de índices de crecimiento (IAF, RAF, DAF, TAN, TCC, TCR) (Hernández et al., 1995)

TABLA 2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ALGUNAS FRUTAS PROMISORIAS EN LA AMAZONIA COLOMBIANA. LOS DATOS SE EXPRESAN EN BASE HÚMEDA

ESPECIE	PROTEÍNA %	GRASA %	FIBRA %	ENN %	CA MG/100 G	K MG/100 G	MG MG/100 G
Arazá	1,04	1,08	0,92	5,53	0,75	37,42	2,35
Copoazu	1,52	0,47	2,50	6,76	8,05	153,32	2,00
Cocona	0,18	0,81	0,42	7,13	19,36	274,3	0,72
anangucha	2,05	12,06	6,96	10,56	28,34	232,34	20,25
Carambolo	0,35	0,12	1,53	2,64	1,63	51,95	0,14
Piña nativa	0,41	0,20	0,34	12,06	5,51	46,39	7,15
Borojó	0,42	0,09	1,23	6,42	11,29	103,01	8,38
Anon amazónico	1,02	0,89	0,98	9,36	9,56	179,52	16,88
Chontaduro	0,7	1,54	0,22	2,39	0,85	50,82	3,55
Inchi	14,03	36,19	6,17	21,11	95,60	312,92	11,42
Ají (Capsicum)	1,60	1,20	6,91	3,37	0,65	7,22	1,50

Fuente: Oviedo (2000).

Para los frutales perennes se han determinado modelos con excelente ajuste debido al rango en que se encuentran los coeficientes de regresión R^2 cercanos a 1,) y con niveles de significancia en casi todos los

términos del modelo (Tabla 3), Con estos resultados se puede estimar la producción económica de la comunidad y determinar parámetros ecofisiológicos de fotosíntesis, transpiración y balance de energía de cam-

TABLA 3. MODELOS PROPUESTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ÁREA FOLIAR Y PESO SECO DE ARAZÁ, COPOAZÚ, MARACO Y COCONA, EN ESTUDIOS DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO.

ESPECIE	MODELO ÁREA FOLIAR Y_i	R^2	MODELO PESO SECO Y_j	R^2
Maraco	$Y_0.1i = AB0.1$	1,00	$\text{Log } Y_j = a\text{Log } H$	0,998
Copoazú	$Y_i = bN + cNA$	0,95	$Y_j = bH + cD_{10} + dD_0D_{10}$	0,950
Arazá	$Y_i = bA + cB - dAB$	0,86	$Y_j = aH + bD_0 - cD_{10} - dHD_0 + eHD_{10} + fD_0D_{10}$	0,988
Cocona	$Y_i = bAB$	0,99	$Y_j = bD_0 + cD_{02} + cD_{03}$	0,908
$Y_i = \text{Área foliar}$ $N = \text{Número de hojas}$ $A = \text{Radio A de la hoja (menor)}$ $B = \text{Radio B de la hoja (mayor)}$ Letras en minúsculas son los parámetros del modelo $R^2 = \text{Coeficiente de determinación}$		$Y_j = \text{Peso seco}$ $H = \text{Altura total}$ $D_0 = \text{Diámetro basal a (0 cm)}$ $D_{10} = \text{Diámetro basal a (10 cm)}$ Letras en minúsculas son los parámetros del modelo $R^2 = \text{Coeficiente de determinación}$		

po, para establecer el manejo del cultivo y el momento para aplicarlo.

La ausencia de índices apropiados para la recolección de los frutos limita su comercialización como productos en fresco, y aunque inicialmente se consideró

que la vocación de consumo para los frutos amazónicos era exclusivamente como producto transformado, también es cierto que en Colombia los frutos se consumen principalmente frescos, lo cual involucra dos componentes muy importantes, a saber: aproximación del producto al consumidor y promoción de

productos terminados a partir de dichos frutos, Con ello, el programa de frutales ha desarrollado un riguroso estudio de la caracterización de la fase reproductiva de al menos nueve especies nativas y de uso común en la Amazonía colombiana (Figura 1) y ha entregado para el uso de la comunidad un conjunto de índices de recolección para cada uno de ellos, que le han valido el posicionamiento en los mercados tan-

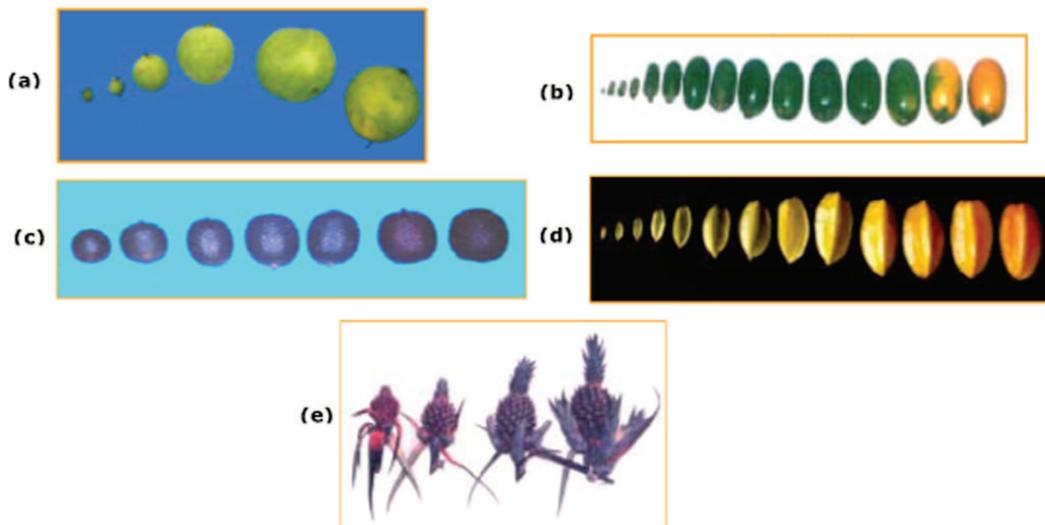
to regionales como nacionales a frutos como el arazá, cuya única opción era ser transformado regionalmente de acuerdo con las apreciaciones de Pinedo et al, (1989) (Tabla 4), A partir de análisis físicos, químicos y fisiológicos realizados desde el cuajamiento hasta la madurez comercial, se han establecido las curvas de crecimiento y desarrollo de frutos de alto potencial, con el fin de generar información a partir de la cual

TABLA 4. COMPORTAMIENTO RESPIRATORIO Y CINÉTICA DEL CRECIMIENTO DE LOS FRUTOS DE ALGUNAS ESPECIES AMAZÓNICAS.

ESPECIE	PATRÓN RESPIRATORIO	CINÉTICA DEL CRECIMIENTO	DURACIÓN DEL CICLO	INDICADOR DE COSECHA
Arazá	Climatérico	Sigmoidea simple	62 días	Tonalidad verde intenso a verde claro sin brillo
Cocona	No climatérico	Sigmoidea doble	71 días	Tonalidad naranja marrón claro
Pomarroso	No climatérico	Sigmoidea simple	60 días	La relación SS/ATT debe ser de 18,41
Canangucha	Climatérico	Sigmoidea simple	250 días	Tonalidad rojo brillante
Carambolo	No climatérico	Sigmoidea simple	83 días	Amarillo verde a pardo naranja
Piña	No Climatérico	Sigmoidea doble	86 días	Ojos aplanados color marrón, punta del ojo amarilla con tonalidades verdes y bracteas marrón en la base y rosadas hacia el ápice
Ají Capsicum	No climatéricos	Sigmoidea simple	40-48 días	Generalmente, cambios de tonalidad de verde a rojo, naranja, amarillo, hueso, morado. El tamaño y forma final son complemento al cambio de coloración
Copoazú	Climatérico	Sigmoidea simple	240 días	Cuando la corteza presenta coloración marrón clara y, al rasparla, visos verdes. Generalmente, cuando el fruto cae
Maraco	Climatérico	Sigmoidea simple	113 días	Color piel a tonalidad amarillo claro

Fuente: Hernández et al. (2004).

FIGURA 1. ESCALA DE CRECIMIENTO PARA CINCO ESPECIES FRUTALES NATIVAS (A) ARAZA, (B) COCONA, (C) CANAGUCHA, (D) CARAMBOLO Y (E) PIÑA NATIVA CAQUETEÑA



se desarrollen modelos tecnológicos para facilitar su manejo postcosecha,

Conservación de frutos

Las tecnologías de poscosecha tienen su inicio desde la antigüedad, En el mismo momento en que el hombre empezó a cultivar algunas especies de interés para su alimentación, surgió la necesidad de conservar principalmente las semillas, con las cuales se realizarían las siguientes siembras, Algunos materiales, como la cerámica, proveyeron soluciones a egipcios y romanos en estos requerimientos, Posteriormente, la importancia de las bajas temperaturas y atmósferas modificadas surgieron como alternativas que en el siglo XVIII se empezaron a perfeccionar, dando inicio al desarrollo de la fisiología de poscosecha con el concepto moderno (Kays, 1997), Desde mediados del siglo XX, los tratamientos de poscosecha han adquirido importancia fundamental, debido a la necesidad de asegurar la calidad del producto desde la cosecha hasta el consumidor final.

La conservación de frutos implica la aplicación de tratamientos a los frutos cosechados, sanos y en estado de madurez adecuado para prolongar su vida útil, El uso de bajas temperaturas es sin duda el tratamiento más extendido para las especies vegetales; sin embargo, otros manejos, como choques térmicos, calentamientos intermitentes o atmósferas modificadas, pueden utilizarse para coadyudar a la mayor conservación de productos percederos.

En general, los frutos tropicales, entre los que se encuentran los frutos amazónicos, son sensibles a las bajas temperaturas, ya que se presentan daños que involucran la membrana celular y son irreversibles, si el tratamiento se prolonga, De esta manera, el estudio de conservación de frutos amazónicos ha implicado la caracterización de su maduración, la determinación de las temperaturas críticas de almacenamiento y sensibilidad al frío y los posibles tratamientos de poscosecha asociados con el objetivo de prolongar la vida útil del producto.

Los frutos caracterizados son: arazá, cocona, carambolo, piña nativa y algunas especies de ají amazónico, los

cuales tienen una clara vocación como frutos de mesa y consumo en fresco, siendo el arazá la especie con mayores desarrollos tecnológicos para su conservación en fresco, Para este se ha desarrollado una combinación de embalaje de frutos enteros que pueden mantenerse refrigerados y envasados en atmósfera modificada, tanto en una como varias piezas, Se han establecido índices de recolección apropiados para el fruto y criterios para su selección y clasificación, Igualmente, existe un tratamiento que—al interrumpir la conservación al sexto día de refrigeración a 10 °C y trasladar el fruto durante 18 h a 20 °C tras seis días de refrigeración (calentamiento intermitente)— evita la escaldadura por frío y mejora el sabor, Este ciclo requiere no más una tecnología sencilla para control de humedad relativa que evite la deshidratación del fruto (Hernández y Fernández-Trujillo, 2002).

Como modelo de desarrollo de la línea de fisiología de poscosecha, con el arazá se han hecho avances muy significativos en la aplicación de tratamientos poscosecha y en el escalamiento de su aplicación; es así como el uso del 1 metilciclopropeno (1-MCP), combinado con la refrigeración, ha sido el tratamiento de mayor interés para la línea de desarrollo, La molécula de 1-MCP permite retrasar la maduración de los frutos y disminuye los niveles de etileno emitidos por la fruta, En la primera etapa de la puesta en marcha del tratamiento se establecieron condiciones de aplicación en la escala del laboratorio y se evaluaron variables de respuesta, tales como respiración, color, pérdida de peso, contenido de sólidos solubles totales, firmeza, deshidratación, ablandamiento y presencia de hongos, entre otras, a diferentes temperaturas y en distintos tiempos de exposición al producto, Basados en los resultados promisorios de aumento de la vida útil (10 días a 12 °C y 95% H,R y 1 hora de exposición al 1-MCP), se ha llevado la aplicación de este tratamiento al escalado comercial, y es así como durante el último año el tratamiento fue incluido en un ensayo de simulación de comercialización en la sede de Florencia, una de las zonas de mayor producción de la fruta, Las condiciones de simulación de comercialización fueron de 27 ± 3 °C, H,R, $80 \pm 5\%$ y 13 ± 2 °C, H,R, $80 \pm 5\%$, con lo que se consiguió mantener la calidad del fruto durante el almacenamiento en las dos condiciones, La mejor respuesta fue la disminución en pérdida de firmeza y retraso y en la antracnosis, que es el mayor agente de pérdida de calidad del producto junto con la deshidratación, El consolidado de los diferentes ensayos realizados con 1-MCP en frutos de arazá se presenta en la Tabla 5.

TABLA 5. PRINCIPALES EFECTOS DE LA CONSERVACIÓN DE ARAZÁ BAJO TRATAMIENTO CON IMETILCICLOPROPENO (1-MCP). OJO, VER ARCHIVO, FALTAN SIGNOS EN LA COLUMNA "VENTANA" IZQ.

EXPOSICIÓN AL 1-MCP		TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	VENTAJAS		DESVENTAJAS	
TIEMPO	TEMPERATURA					
1 hora	20 ± 2°C 75% H.R.	7 ± 1°C-95% H.R.	→	Firmeza	↓	Interrumpe maduración Los frutos permanecen verdes
		12 ± 1°C-95% H.R.	→	Marchitamiento Oscurecimiento Ablandamiento		
12 horas	20 ± 2°C-75% H.R.	12 ± 1°C-95% H.R.	↓	Firmeza Color	↓	Interrumpe maduración Los frutos permanecen verdes
			↓	Marchitamiento Oscurecimiento Ablandamiento		
16 horas	7 ± 1°C 95% H.R.	7 ± 1°C-95% H.R.	→	Color	↓	Ninguna influencia sobre pérdida de peso Interrumpe maduración Los frutos permanecen verdes
	12 ± 1°C 95% H.R.	12 ± 1°C-95% H.R.	↓	Emisión de etileno Ablandamiento Marchitamiento Oscurecimiento		

Quizás la novedad más importante para los productores es tener la opción de la comercializar en fresco una fruta que tenía descartada su comercialización, de manera que solo se le daba oportunidad de servir como producto transformado, El otro desarrollo innovador ha sido prolongar la vida útil del producto en más del doble de tiempo: cuando antes la duración del fruto era de 72 horas en condiciones de la región, con la tecnología propuesta se han alcanzado ya más de 15 días de conservación en buenas condiciones (Hernández y Fernández-Trujillo, 2002), Diferentes ensayos de conservación del fruto de arazá con distintos tratamientos de poscosecha se presentan en la Tabla 6.

El modelo arazá ha permitido aplicar tratamientos similares para frutos de cocona, carambolo, piña nativa y borojó, En la actualidad se tienen establecidos los pa-

trones de respiratorio típicos de cada uno y su sensibilidad al frío (Tabla 7).

Líneas de procesamiento

La transformación de frutos amazónicos fue indicada inicialmente como una alternativa de aprovechamiento, Los diferentes métodos que se han probado incluyen la obtención de pulpas y sus derivados, así como la conservación a altas temperaturas, como el caso de frutos en conserva, En la línea de tecnologías para el aprovechamiento integral de los frutos, se siguen los siguientes procedimientos metodológicos:

ETAPA I: Caracterización de la materia prima y potencialización.

ETAPA II: Formulación y estandarización de productos en laboratorio y a pequeña escala.

TABLA 6. CONSERVACIÓN DEL FRUTO DE ARAZÁ BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE POSCOSECHA.

ENSAYO	FIRMEZA	PÉRDIDA DE PESO	AT	COLOR	AZÚCARES		ÁCIDOS ORGÁNICOS	
					Sacarosa	Fructosa	Málico	Succínico
MADURACIÓN	Disminuye	Aumenta	Disminuye	Disminuye	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
TC	Disminuye	Estable	Disminuye	Disminuye	Estable	Estable	Disminuye	Disminuye
CI	Estable	Aumenta	Estable	Estable	Disminuye	Disminuye	Aumenta	Aumenta
Empaque	Estable	Estable	Aumenta	Estable	Estable	Estable	Aumenta	Aumenta
1-MCP	Estable	Estable		Estable				

TABLA 7. PATRÓN RESPIRATORIO Y SENSIBILIDAD AL FRÍO DE ESPECIES AMAZÓNICAS NATIVAS E INTRODUCIDAS.

ESPECIE	PATRÓN RESPIRATORIO	SENSIBILIDAD AL FRÍO
Arazá	CLIMATÉRICO	ALTA
Cocona	No CLIMATÉRICO	MEDIA
Carambolo	No CLIMATÉRICO	BAJA
Piña india	NO CLIMATÉRICO	MEDIA
Borojó	NO CLIMATÉRICO	BAJA

ETAPA III: Evaluación de características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de los productos formulados.

ETAPA IV: Escalamiento de procesos, evaluación de operaciones, flujogramas, cartas de fases, balances y rendimientos.

ETAPA V: Pruebas y de estabilidad.

Gracias a estos procedimientos y a la capacidad agroindustrial instalada en las sedes regionales de Florencia y Leticia, se han podido desarrollar tecnologías para la generación de valor agregado de diversas frutas en diversos procesos, algunos de los cuales han sido implementados con acompañamiento técnico del instituto por parte de algunas empresas regionales, con lo que se han generado productos que hoy se pueden encontrar en supermercados con altas exigencias de calidad (Tabla 8).

Actualmente, se esta promoviendo y fortaleciendo la

conformación de cadenas productivas de especies tales como el arazá, ají, cacao nativos, entre otros, para lo cual se incursiona en el tema de buenas prácticas de manufactura, innovación tecnológica en los procesos más comerciales y acompañamiento al proceso de certificación ecológica.

Diseño de estrategias de comercialización y mercadeo

Alianza Instituto Sinchi-Chagra Maguaree

Desde el año 2000, el programa de frutales en la Regional Occidente, en su sede de Florencia, Caquetá, desarrolla conjuntamente con la empresa agroambiental Chagra Maguaree un modelo de innovación, acompañamiento y desarrollo tecnológico cuyo objetivo es lograr transferencia horizontal y apropiación tecnológica entre el instituto Sinchi, como centro de innovación y desarrollo tecnológico, y el sector privado regional interesado en el desarrollo de la fruticultura amazónica.

⁷ Tipo dulce de fruta.

TABLA 8. TECNOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA GENERACIÓN DE VALOR AGREGADO DE FRUTAS AMAZÓNICAS.

ESPECIE	DERIVADOS DESARROLLADOS CON TECNOLOGÍA DISPONIBLE	DERIVADOS EN ESCALAMIENTO INDUSTRIAL	DERIVADOS EN ESCALAMIENTO COMERCIAL
Araza	Pulpa pasteurizada congelada.Néctar de fruta.Mermelada industrial.Bocadillo de fruta.Bebida fermentada en Lactosuero. Salsa de fruta.Salsa picante.	Pulpa pasteurizada congelada.Mermelada industrial.Confite de fruta.Confite con chocolate.Salsa picante.	Mermelada industrial.Confite de fruta. Confite con chocolate.Salsa picante.
Cocona	Pulpa pasteurizada congeladaNéctar de fruta Mermelada industrialBocadillo de frutaSalsa picanteDeshidratado de fruta	Pulpa pasteurizada congeladaMermelada industrialConfite de frutaConfite con chocolateSalsa picante	Mermelada industrialConfite de frutaConfite con chocolateSalsa picante
Piña nativa	Pulpa Pasteurizada congelada.Néctar de fruta.Deshidratado de fruta.Salsa picante.	Deshidratado de fruta.Salsa picante.	Salsa picante.
Carambolo	Pulpa pasteurizada congelada.Néctar de fruta.Mermelada industrial.Deshidratado de fruta.Salsa con aji	Pulpa pasteurizada congelada.Néctar de fruta.Mermelada industrial.Deshidratado de fruta.Salsa picante.	Salsa picante.
Maraco	Pulpa pasteurizada congelada.Néctar de fruta.Mermelada industrial.Salsa de fruta. Licor de cacao y bacalate de mesa.	Pulpa pasteurizada congelada.Néctar de fruta.Mermelada industrial.Salsa de fruta.Licor de cacao y bacalate de mesa.	
Copoazu	Pulpa pasteurizada congelada.Néctar de fruta.Mermelada industrial.Bocadillo de fruta.Helado.Licor de cacao y cupulate de mesa.	Pulpa pasteurizada congelada.Mermelada industrial.Salsa de fruta.Licor de cacao y cupulate de mesa.Confite con chocolate.	Mermelada industrial.Confite con chocolate.
Ají Capsicum	Salsa picante.Salsa picante de frutas.Conservas de ají.Deshidratados.	Salsa picante.Salsa picante de frutas. Conservas de Ali.Deshidratados.	Salsa picante de frutas.Conservas de ají.

Fuente: Barrera y Hernández (2003).

Esta alianza se inició con un proceso de acompañamiento tecnológico en las líneas de producción de pulpas y sus derivados, como mermeladas y dulces tipo ate⁷ (Figura 2), con miras a evaluar la posibilidad de incursionar en mercados, en alianza con la experiencia comercial de Chagra Maguaree con algunos derivados de frutas amazónicas en la región, En sus inicios, el proceso de apropiación tecnológica y acompañamiento industrial se desarrolló en la planta piloto de frutales del instituto Sinchi-Universidad de la Amazonia, en Florencia, en la cual se dispuso de la tecnología desarrollada y se escaló al procesamiento semiindustrial, ajustando todas las variables del proceso, Los productos desarrollados en esta primera etapa de trabajo conjunto entre centro tecnológico y sector privado lograron colonizar nichos de mercado regional y generar excedentes económicos que le permitieron a la empresa consolidar una infraestructura propia, adecuada para sus nuevas líneas de

producción.

La alianza Instituto Sinchi-Chagra Maguaree no solo ha generado líneas de producción exitosas comercialmente, sino que además ha conseguido financiación de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico que le han permitido avanzar en la búsqueda de productos innovadores con criterios agroambientales y de conservación, La empresa también se vinculó al programa Mercados Verdes, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a través del cual ha logrado incursionar en mercados de cadena en la ciudad de Bogotá, lo que implica un crecimiento en su capacidad que supera las expectativas iniciales, Actualmente, se están comercializando 10 referencias de productos con base de frutas amazónicas: arazá, copoazú y cocona, en derivados de pulpas tipo mermeladas, confites, confites con chocolate y salsas agridulces, Productos que cuentan con el res-

FIGURA 2. PRODUCTOS ELABORADOS POR LA EMPRESA GHAGRA MAGUAREE, FLORENCIA-CAQUETÁ.



paldo institucional que garantiza su elaboración según el concepto de buenas prácticas de manufactura (BPM), y para el año 2006 se espera consolidar los criterios necesarios para acceder a la certificación ecológica y a nuevos mercados tanto nacionales como internacionales.

Este modelo de trabajo le ha servido al Instituto para poner en contacto directo a los usuarios de la tecnología con los desarrollos alcanzados y para evaluar los alcances reales de un proceso de investigación que no solo busca generar conocimiento e innovación, sino que además, aporta al desarrollo regional basado en la tecnología desarrollada. Dado lo exitoso del modelo, en el año 2004 se firmó un convenio Instituto Sinchi-Asoheca con el cual se busca transferir los resultados de tecnologías de manejo de pre y poscosecha de frutos de arazá en fresco, teniendo como base una asociación que involucra un grupo de usuarios con una demanda específica en tecnología, producto de su capacidad futura de producción, estimada en más de 1,500 toneladas en cuatro años, con una base social de más de 300 familias. El manejo de poscosecha ha sido identificado como el eslabón “cuello de botella” para el fortalecimiento de la cadena agroambiental de las frutas amazónicas en la región occidental de la Amazonia colombiana.

Con la experiencia acumulada de trabajo de los pri-

meros cinco años, en el Trapecio Amazónico se consolidan proyectos con la participación de la comunidad desde el mismo momento de su formulación, y es así como se produce un salto cualitativo en el accionar del programa y la comunidad objetivo y beneficiaria. Se esboza de esta manera el concepto de generación de tecnología por demanda.

Alianza Instituto Sinchi-Asociación de Productores Agropecuarios del Amazonas

En la región amazónica, el Capsicum es uno de los géneros más cultivados por sus etnias, como parte del patrimonio cultural de la región (Arias y Melgarejo, 2000; Vélez, 1991), lo cual ha dado lugar a variedades adaptadas a los diferentes ambientes y a los requerimientos agroambientales donde se cultiva. La utilización sostenible de esta diversidad genética y la oferta natural del ecosistema amazónico constituyen una garantía rentable en la medida que exista tecnología apropiada para su aprovechamiento.

Modelo de esta tecnología por demanda es el caso de ají majiña, implementado por el Instituto Sinchi en el período 2002-2004, que contó con la formulación y realización de una propuesta de investigación desde el Instituto en convenio con el Departamento de Bio-

logía de la Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá) y con unos beneficiarios directos y establecidos desde el principio: la Asociación de Productores Agropecuarios del Amazonas (APAA), El proyecto “Caracterización fisiológica y de uso potencial de accesiones promisorias de ají amazónico para su introducción en las cadenas productivas de la región amazónica colombiana” incluyó los eslabones de siembra, establecimiento, producción en campo, determinación de índices de recolección, caracterización de la maduración y desarrollo de líneas de proceso, Nace así la primera marca de productos amazónicos que cuenta con una base tecnológica desde su inicio y que habilitó a la APAA con productos estandarizados, de buena calidad, hoy codificados en por lo menos dos convenios comerciales del programa Mercados Verdes, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Las primeras estadísticas de comercialización indican que de las salsas picantes Majiña, alimentos combinados de frutas y ají amazónico, producidas por la APAA con tecnología Sinchi (Figura 3) se venden en su ciudad de origen, Leticia, cerca de unas 1,600 unidades al año, En el año 2004, el mercado de estas salsas fue explorado en las tiendas naturistas, dada su característica de producto orgánico en proceso de certificación,

En este mismo año, se inició la oferta del producto en el mercado de Bogotá con pequeños pedidos que mostraron una alta aceptación durante su lanzamiento y promoción.

Experiencias exitosas y ampliamente replicables aportan a la construcción del sector agroambiental sostenible, que se perfila viable en el corto, mediano y largo plazo de generación de valor agregado en las comunidades locales para el Trapecio Amazónico y que se enmarca promisoriamente en los lineamientos de la Agenda Interna de Productividad y Competitividad del Departamento de Amazonas, Esta Agenda fue adoptada recientemente mediante ordenanza 025 del 29 de julio de 2005, con una apuesta productiva que proyecta al departamento en 15 años como reconocido líder amazónico nacional en la transformación de productos verdes certificados y diferenciados, con marca propia, mediante la consolidación de sectores como turismo sostenible y científico, productos forestales, productos forestales no maderables, piscicultura y acuicultura, y agricultura sostenible con productos verdes certificados.

Divulgación de resultados

El programa ha mantenido una política permanen-

FIGURA 3. PRODUCTOS ELABORADOS POR LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DEL AMAZONAS APAA, LETICIA-AMAZONAS.



te de difusión de resultados mediante una estrategia permanente de publicación y divulgación en los diferentes niveles que implica a toda institución de investigación, la comunidad en general y la colectividad científica, La investigación en frutales amazónicos

está, pues, a disposición de la comunidad científica, con sus desarrollos tanto en el nivel nacional como internacional, y también de la comunidad en general, que requiere de transferencia de tecnología verificada, En la Tabla 9 se presenta un consolidado de los resultados de esta línea de trabajo.

TABLA 9. INDICADORES DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DEL PROGRAMA EN INVESTIGACIÓN MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE FRUTOS NATIVOS DE LA REGIÓN AMAZÓNICA COLOMBIANA Y GRUPO DE INVESTIGACIÓN FRUTALES PROMISORIOS DE AMAZONIA

TIPO DE PUBLICACIÓN	INDICADOR
Libros	4
Manuales	9
Artículos científicos en revista nacional	15
Artículos científicos en revista internacional	5
Posters en eventos	8
Congresos	9
Presentaciones orales	5

En formación de recurso humano, el programa ha apoyado la realización de 32 tesis de pregrado y cuatro de posgrado, con lo que genera recurso humano calificado gracias a las alianzas estratégicas con universidades como la Nacional de Colombia, De la Amazonia, Jorge Tadeo Lozano y Politécnica de Cartagena, en Murcia, España, De sus cuatro integrantes actuales, dos han sido formados por el programa en los grados de maestría y doctorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arcos, A, L.; M,T, Becerra; A, M, Benítez y J, A, Díaz (2004), Diagnóstico y caracterización de la cadena de valor de frutales amazónicos, informe final, Instituto Alexander Von Humboldt, 71 p,

Arias, J, C, y L, M, Melgarejo (2000), Ají, Historia, diversidad y usos, CIUDAD, Produmedios, 29 p,

Gardner, F.; R, B, Pearce y R, Mitchell (1985), Physiology of crop plants, CIUDAD, Iowa State University Press, AIMES, pp, 187-208,

Garzón, N, C, y P, Leyva (1993), Perfiles sintéticos de cuaren-

ta especies nativas con potencial agroindustrial, informe técnico, convenio Corporación Araracuara-Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, mimeografiado,

Hernández, M, S, y J, P, Fernández-Trujillo (s, f), “Conservación del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) durante la poscosecha mediante la aplicación de diferentes tecnologías”, propuesta presentada para el IV Premio Somos Patrimonio, BIOCAB 11 p., sin publicar,

Hernández, M, S.; A, Casas; O, Martínez y J, A, Galvis (1995), “Análisis y estimación de parámetros e índices de crecimiento del árbol de maraco (*Theobroma bicolor* H,B,K) a primera floración”, *Agronomía Colombiana*, 12(2):182-191,

Hernández, M, S.; J, Barrera; D, Páez y ?? Oviedo (2004), Aspectos biológicos y conservación de frutas promisorias de la Amazonia colombiana, Produmedios, 142 p,

Kays, S, (1997), “Science and practice of postharvest plant physiology”, en *Postharvest physiology of perishable plant products*, Atenas, Exon Press, pp, 1-22,

Oviedo, ?? (2000), “Caracterización y valoración nutricional de frutas promisorias en la Amazonia colombiana”, en Barrera, Oviedo, Páez y Hernández, memorias del seminario



Tecnologías de recolección y manejo poscosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana, mimeografiado,

Payne, W, A.; C, W, Wendt; L, R, Hossner; C, E, Gates (1991), "Estimating pear millet leaf area and specific leaf area", *Agron, j*, 83:937-941,

Pinedo, M,; J, Tangoa y F, Delgado (1989), "Descriptor para arazá", informe técnico No, 12, Perú, Instituto Nacional para la Investigación Agrícola y Agroindustrial, pp, 1-18,

Vélez, G, A, (1991), "Los frutales amazónicos cultivados por las comunidades indígenas de la región del medio Caquetá (Amazonia colombiana)" *Colombia Amazónica*, Bogotá, 5(2):163-193,