

# La cadena productiva del ají en el departamento de Vaupés, Una alternativa sostenible

Jaime Alberto Barrera G.  
María Soledad Hernández G.  
Marcela Piedad Carrillo B.  
Ximena Leticia Bardales I.  
Alejandro Alvarez M.  
Pilar Eugenia Bucheli L.



Libertad y Orden

MINISTERIO DE AMBIENTE,  
VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL  
República de Colombia



**Instituto**  
amazónico de  
investigaciones científicas  
**SINCHI**



GOBERNACIÓN  
DEL VAUPÉS

Barrera, Jaime Alberto; Hernández, María Soledad; Carrillo, Marcela Piedad; Bardales I. Ximena Leticia; Alvarez M., Alejandro; Bucheli L., Pilar Eugenia.

La cadena productiva del ají en el departamento de Vaupés: una alternativa sostenible. Jaime Alberto Barrera G.; María Soledad Hernández G.; Marcela Piedad Carrillo B.; Ximena Leticia Bardales I.; Alejandro Alvarez M.; Pilar Eugenia Bucheli L. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- Sinchi, 2007

1. AJI (*Capsicum* sp) 2. AGROINDUSTRIA 3. FRUTALES - CULTIVO  
4. FRUTALES -MERCADERO 5. AGRICULTURA ALTERNATIVA 6.  
AGRICULTURA ORGÁNICA 7. VAUPÉS 8. AMAZONIA

ISBN

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

**Primera edición:** Enero de 2008

**Coordinación de la producción editorial:**

Diana Patricia Mora Rodríguez

**Diseño y diagramación**

Julián Ricardo Hernández

**Impresión**

Equilátero

Reservados todos los Derechos

**Disponible en:**

Instituto Sinchi,

calle 20 No. 5-44

Tel.: 4442077

[www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)

Impreso en Colombia

Printed in Colombia



**Instituto**  
amazónico de  
investigaciones científicas  
**SINCHI**

**Luz Marina Mantilla Cardenas**  
Directora General Instituto Sinchi

**Rosario Piñeres Vergara**  
Subdirectora Administrativa y Financiera Instituto Sinchi

**Wilson Ladino Vigoya**  
Gobernador del Vaupés

**Maria Eugenia Jaramillo**  
Secretaria de Gobierno del Vaupés

**Héctor Cruz Gonzales**  
Director Ejecutivo Agrovaupes

**María Soledad Hernandez Gomez**  
Directora del Proyecto

**Equipo Técnico:**

María Soledad Hernández Gómez  
Jaime Alberto Barrera García  
Marcela Piedad Carrillo Bautista  
Ximena Leticia Bardales Infante  
Alejandro Álvarez Morato  
Guillermo Vargas Ávila  
Bernardo Giraldo  
Yudi Peña  
Pilar Bucheli  
Diana Carolina Guerrero  
Sandra Paola Jiménez B.

**Socios Agrovaupes:**

Yisel Narváez Medina  
Ángel Lozano  
Efren Narvaez Relison  
César Borrero Paiva  
Héctor Cruz  
Héctor Valencia Roldan  
Milciades Borrero Wanana  
Miriam Almeida  
Alexander Contreras  
Gustavo Mosquera.

— 4 —



## Presentación

Una de las metas del actual Plan Nacional de Desarrollo guarda relación con el manejo sostenible de la Biodiversidad, en este sentido el Plan Estratégico del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi: “Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible” establece dentro de sus objetivos estratégicos la generación de alternativas productivas y mercados verdes, a partir de especies del bosque húmedo tropical.

En este sentido consideramos que el uso sostenible de la biodiversidad, es un pilar de consolidación de las sociedades amazónicas y mas en Colombia por ser país miembro de los Megadiversos, con una Amazonia que constituye el 33% de su territorio.

A través de la Ciencia y la Tecnología producida por los Investigadores del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, se generan estrategias que conducen a un aprovechamiento sustentable y sostenible de dicha megadiversidad.

La construcción, consolidación y fortalecimiento de cadenas productivas a partir de especies tropicales es ya una realidad en nuestro país y las especies amazónicas se fortalecen dentro de modelos similares, acordes con las condiciones regionales. Es así que en la presente publicación: “La cadena productiva del ají en el Departamento de Vaupés: una alternativa sostenible”, es una nueva publicación del programa de investigación en especies nativas amazónicas, grupo frutales promisorios de Amazonia, en la cual se plasman los resultados del trabajo del Instituto, de los dos últimos años en este Departamento.

La comunidad beneficiaria, organizada en la asociación Agrovau-pés, adoptó la tecnología generada por el Instituto para el aprovecha-



miento del ají y hoy queda en la posibilidad de consolidar su oferta de ajíes amazónicos en forma de diversos productos a partir del ají seco. La experiencia ha sido un nuevo reto para el Instituto, que ha perseverado en la generación de tecnologías apropiadas para diversas especies, con diferentes comunidades, cada una de estas con unas características especiales, que imponen nuevos retos en los procesos no solo científicos y tecnológicos, sino de acercamiento y sensibilización, para entender las dinámicas en las que estas están inmersas.

Como Directora del Instituto Sinchi, es para mi muy satisfactorio, que la obra de consulta institucional, se vea enriquecida con esta nueva publicación, de la cual además soy participe directa por mi convicción de la factibilidad de la propuesta. Deseo que Agrovaupés canalice de manera rápida y efectiva la capacidad que se ha generado a través de la investigación y transferencia participativa y que pueda constituir un nuevo ejemplo de lo que si se puede realizar en la Amazonia Colombiana.

Finalmente quiero expresar mis agradecimientos al Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial por apropiar los recursos para el programa que maneja el Sinchi, al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través del Fondo Colombiano de Modernización y Desarrollo Tecnológico de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (Fomipyme), a la Gobernación del Departamento del Vaupés, y a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Nororiente Amazónico (CDA), quienes han contribuido para que este proyecto sea posible; de igual forma a los emprendedores de Agrovaupés, e instar a estos últimos para que continúen fortaleciendo la cadena productiva y hagan de esta iniciativa un camino de vida sustentable y sostenible para la Amazonia Colombiana.

— 6 —



  
**Luz Marina Mantilla Cardenas**  
Directora General

## Contenido

<b>Cultivo y recomendaciones para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de ají amazónico en el Vaupés</b>	<b>9</b>
Introducción	9
Definiciones	10
Disminución de riesgos antes de la plantación	11
Disminución de riesgos durante la producción	23
Disminución de riesgos durante la cosecha	34
Registros e información necesaria para el manejo del cultivo	38
Literatura citada	41
<b>Cosecha y poscosecha de ajíes amazónicos</b>	<b>45</b>
Características de los frutos de ají	45
Literatura consultada	69

— 7 —



Ají deshidratado	79
Fisiología del ají	82
Generalidades del proceso de deshidratación	84
Clases de deshidratación	86
Tipos de secadores	87
Tecnología seleccionada	90
Buenas prácticas de manufactura	107
Anexo 1	111
Bibliografía	116

Construcción participativa del plan de negocios y definición de estrategias de comercialización	119
Introducción	119
Planes de negocio: marco conceptual	122
Principales resultados:	123
Análisis y definición del mercado:	129
Proyecciones y Análisis Financiero:	131
Actividades de Promoción y divulgación:	131
Bibliografía	134



# Cultivo y recomendaciones para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de ají amazónico en el Vaupés

## Introducción

**E**n los últimos años se registra que el consumo de frutas y hortalizas frescas producidas sin Buenas Prácticas Agrícolas está asociado con brotes de enfermedades gastrointestinales, hepáticas y en algunos casos con enfermedades crónicas y que el reciente incremento de estos casos es un acontecimiento que indujo a las autoridades de muchos países, a organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO–, la Organización Mundial de la Salud –OMS– y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico –OCDE–, a revisar en forma urgente los sistemas de inocuidad alimentaria y a publicar regulaciones, códigos o guías para aplicar Buenas Prácticas Agrícolas y de Manejo en los procesos de producción de frutas y hortalizas frescas.

Contaminaciones químicas relacionadas con el mal uso y manejo de agroquímicos en todos los cultivos que los utilizan, constituyen un peligro para la salud humana por su acumulación en los organismos, recursos naturales y el ambiente. Las Buenas Prácticas Agrícolas garantizan que los productores de consumo humano, cumplan los requisitos mínimos de inocuidad de los alimentos, seguridad de los trabajadores, y la rastreabilidad de los alimentos de origen agrícola, así como la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a proteger la salud de los consumidores.

Este documento proporciona lineamientos voluntarios para minimizar la contaminación física, química y microbiológica en las operaciones de campo y empaque de ajíes amazónicos frescos. La información y los procedimientos han sido desarrollados con base en la norma técnica NTC 5400 para proporcionar información acerca del mejor manejo posible y las consideraciones importantes que permitan reducir los riesgos potenciales de contaminación física, química y microbiológica de una manera consistente con los reglamentos existentes.

— 10 —



Estos lineamientos voluntarios que se recomiendan están diseñados como guía para ser aplicados por los productores socios y adscritos a la empresa AGROVAUPES en sus campos e instalaciones de empaque de acuerdo a sus propias características, las cuales son presentadas en el contexto de cada nivel de gestión. Es responsabilidad del usuario de este documento verificar que estos lineamientos sean apropiados para su uso.

Finalmente y más importante, estos lineamientos están diseñados para ser generales y no específicos. Los lineamientos están particularmente dirigidos a los miembros de la industria hortofrutícola vinculados a la empresa AGROVAUPES como un auxiliar para alertarles de las cuestiones de contaminación potencial y el cómo disminuir los riesgos.

## Definiciones

Según FAO, **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** son un conjunto de prácticas para el mejoramiento de los métodos convencionales

de producción agrícola, haciendo énfasis en la inocuidad del producto y con el menor impacto de las prácticas de producción sobre el ambiente como la fauna, flora y la salud de los trabajadores.

**Inocuidad** es la garantía de que los alimentos no causaran daño al consumidor cuando se preparen o consuman, de acuerdo con el uso a que se destinan.

**Manejo Integrado de Plagas (MIP)** es la aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, físicas, etológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales de modo que la utilización de productos químicos se limite al mínimo necesario para mantener la población de la plaga en niveles inferiores a los que producirían daños o pérdidas inaceptables desde un punto de vista económico.

## Disminución de riesgos antes de la plantación

### 1. Planeación del cultivo

#### 1.1. Selección de material vegetativo

Antes de seleccionar una variedad específica, debemos definir los elementos a considerar para hacer la elección. En primer lugar, es importante contar con información de la semilla antes de la siembra (hoja técnica), entre los que se incluyen las condiciones bajo las que se obtuvo la semilla, las pruebas realizadas y resultados obtenidos, las condiciones esperadas para su distribución y almacenamiento (temperatura y humedad), los rendimientos esperados, las características del fruto, el porcentaje de germinación, el certificado de origen, y la vida de anaquel.

En segundo lugar, la experiencia propia o regional con esa variedad, los costos, la preferencia del consumidor y sobre todo la adaptación a las condiciones locales son factores para tomar una decisión acertada en la elección.

— 11 —



En tercer lugar, la resistencia o susceptibilidad a plagas y enfermedades y los análisis de germinación y fitopatológicos a la semilla tienen mucho peso para asegurarse de su calidad antes de la plantación. Si se planea realizar un tratamiento químico a la semilla, es necesario asegurarse de que esta permitido y contar con los registros correspondientes.

En el Vaupés con la participación de AGROVAUPES se identificaron y catalogaron 10 variedades de ají como las comunes de uso en el departamento y su descripción se muestra en las tablas 1 y 2



Tabla 1. Hoja técnica de las variedades de ají cultivadas por AGROVAUPES.				
Nombre Común	% Germinación sin almacenamiento	% Germinación con almacenamiento de 2 meses	Fruto	Muestra Botánica
A.1. Ají lulito ( <i>C. chinense</i> )	91.88%	40.1%		
A.2. Cesari amarillo ( <i>C. frutescens</i> )	86.56%	46.4%		
A.3. Cesari rojo ( <i>C. chinense</i> )	90.40%	64.2%		
A.4. Chiche Pato ( <i>C. frutescens</i> )	98.77%	67.1%		
A.5. Ají lulo ( <i>C. chinense</i> )	69.64%	51.5%		

A.6. Camarón ( <i>C. chinense</i> )	49.49%	15.6%		
A.7. Aji pajarito ( <i>C. chinense</i> )	86.36%	32.8%		
A.8. Cudavio ( <i>C. frutescens</i> )	84.84%	46.3%		
A.9. Camarón Grande ( <i>C. chinense</i> )	49.49%	25.7%		
A.10. Chiche Pato Amarillo ( <i>C. chinense</i> )	73.61%	67.1%		
A.11. Dujevium ( <i>C. chinense</i> )	94.14%	41.3%		



## 1.2. Siembra

Se debe dar un seguimiento a las actividades realizadas en el semillero, considerando las instalaciones, condiciones climáticas, crecimiento de la planta y personal de apoyo. La ubicación del semillero debe ser en una zona de fácil acceso con riesgo mínimo de entrada de plagas y enfermedades, para lo cual se deben tomar todas las medidas necesarias desde el diseño hasta la infraestructura del semillero. Además se debe contar con suficiente luz natural, agua potable, ventilación y temperatura adecuada.



Descriptores de identificación de las variedades de ají colectadas en Vaupés.								
Tabla 2.	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8
Descriptores de la planta	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8
Altura de la planta (cm)	>85	>85	>85	>85	>85	>85	>85	>85
Habito de crecimiento de la planta	Erecta	Erecta	Erecta	Erecta	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto
Días a fructificación	35	40	40	45	45	45	45	45
Color del fruto maduro	Naranja	Rojo	Rojo	Naranja	Rojo	Rojo	Amarillo limón	Amarillo naranja-pálido
Forma del fruto	Elongado	Acampanulado en bloque	Casi redondo	Elongado	Elongado	Elongado	Elongado	Casi redondo
Pungencia (Degustación directa)	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Media	Media	Alta
<b>Descriptores de recolección</b>								
Fuente de recolección	Huerto	Huerto	Huerto	Jardín urbano	Jardín urbano	Huerto	Huerto	Pacera
Estado de la muestra	Cultivar nativo	Cultivar nativo	Cultivar nativo	Cultivar nativo	Cultivar nativo	Cultivar nativo	Cultivar nativo	Cultivar nativo
Numero de plantas muestra	3	1	1	1	1	1	1	1
Densidad de la población de plantas	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Flora asociada	Frutas	Frutas	Frutas	Plantas jardín	Frutas	-	Frutas	Ajies
Nombre vernáculo o local	Cudavio	Bataka, ají lulo	Betaka ki+jite	Cesari amarillo	Cesari rojo	Camarón rojo	Chiche pato	Pajarito
Grupo étnico	Cubeo	Cubeo	Cubeo	Español	Español	Español	Español	Español
Usos de la accesión	Hortaliza	Hortaliza	Hortaliza	Hortaliza	Hortaliza	Hortaliza	Hortaliza	Hortaliza

Es importante también mantener registros de las operaciones realizadas en el semillero en cuanto a la frecuencia, la intensidad o tiempo diario de aplicación de productos, las fuentes, la forma de aplicación y las actividades alrededor de estas prácticas. Si el riego es por aspersión, es importante realizar frecuentemente una limpieza de la regadora y darle mantenimiento a la estructura de soporte. En el caso de la aplicación de biopesticidas y fertilizantes orgánicos, es importante contar con la bitácora de aplicaciones, por lo que se deberá de contar con un formato específico que registre y muestre fechas, producto, dosis, deficiencia o plaga a controlar, proveedor, así como con las hojas técnicas y de seguridad. El personal que labora en el semillero debe cumplir al máximo las reglas de higiene, uso de vestimenta apropiada y debe ser capacitado antes de ingresar a las áreas de producción.



**Figura 1.** Montaje de semilleros para la producción de plántulas de ají. A) Disposición de bandejas. B) Distribución infraestructura. C) Disposición de insumos. D) bandejas con plántulas de ají germinadas y marcadas por variedad.



Es importante colocar barreras de aire y controlar la entrada de personal ajeno al semillero. La distribución interna del semillero debe permitir el acceso fácil y rápido a todas las bandejas, así como uniformidad en el cuidado, fertilización y riego de las plantas. Por seguridad, debe contarse con una bodega para almacenar sustratos, bandejas y materiales de uso frecuente, manteniendo un lugar aparte y cerrado para los plaguicidas y otro para los fertilizantes. En todos los casos, deben tomarse medidas preventivas para evitar el crecimiento y desarrollo de enfermedades y con ello disminuir el uso de plaguicidas y otros químicos.

En el semillero se debe contar con mapas detallados de la distribución de las bandejas con registros frecuentes de entrada y salida de bandejas, así como de la variedad plantada, los cuales tienen que estar disponibles en todo momento. La calidad del agua utilizada para riego debe contar en lo posible con análisis químicos y microbiológicos realizados por laboratorios reconocidos. Para la germinación AGROVAUPES utiliza bandejas de 162 conos y sustrato inerte tipo Plasman, lográndose germinación al tercer día de siembra y permaneciendo en esta condición por un periodo de un mes.

— 16 —



**Figura 2.** A) Disposición de las plántulas en vasos. B) Arreglo en vivero de las variedades de ají en Vaupés.

En el caso de los productores de AGROVAUPES, las características de las plántulas para el trasplante a vasos es que posean 4 hojas verdaderas. El trasplante de las plántulas se realiza a vaso desecha-

ble de 9 onzas con sustrato de tierra negra y humus proporción 1:1 con el propósito de que la plantas se vayan adaptando a las condiciones del sitio definitivo de establecimiento del cultivo. En este sistema permanecen por un periodo de 20 a 30 días según la variedad.

### 1.3 Selección y preparación del terreno

Para obtener una mejor producción, es necesario tener un control del terreno de siembra. El primer punto a conocer es el historial del lote. Es importante conocer qué cultivos anteriores fueron plantados, la aplicación de químicos si esta fue realizada y si hubo enfermedades presentes. Se debe de contar con mapas de localización del terreno y áreas circundantes. Al revisar el estado del terreno circundante es importante evitar plantaciones en donde existan riesgos de contaminación cercanos como establos o desechos industriales y no permitir la entrada de animales domésticos o silvestres en las áreas del cultivo.

Se debe incluir en la revisión una supervisión de los canales de riego y drenaje. Cuando el cultivo anterior pudiera ocasionar problemas fitosanitarios, es necesario desinfectar los suelos por medios físicos y tratar de establecer una rotación de cultivos. Para asegurarse que la calidad del terreno es apta para siembra deberán de realizarse análisis de los microorganismos presentes y nutricionales y conservar los registros. Realizar actividades como la aplicación de productos seguros para mejorar la composición del suelo, barbechar para oxigenar la tierra, rastrear para eliminar terrones, nivelar el terreno y formar camas o surcos para un buen manejo de riego, drenaje y evitar inundaciones son parte de las buenas prácticas agrícolas. Si se aplican herbicidas y tratamientos contra plagas o microorganismos del suelo, es importante contar con los registros de fechas y dosis, así como con las hojas técnicas y de seguridad de esos productos. Posteriormente se colocan los tutores.

Se han identificado los componentes de caracterización de los suelos de cada predio donde se implementan los cultivos de ají en Vaupés. Los resultados se muestran en la tabla 2



Parámetro	Análisis fisicoquímico de los suelos de las fincas de Mitú a ser incorporados a la producción de ají.							
	Triunfo	Miryam 2	Miryam	Pueblo Nuevo	Balcón Luna	Villa Yisel	La Maria	Narvaez
Textura	FArA	FArA	FA	ArA	AF	F	FArF	Ar
pH	4.2	4.1	4.2	4.1	4.4	4.0	4.2	3.9
SAI%	88.3	90.4	74.7	94.0	86.8	96.5	86.9	97.3
M.O%	0.73	0.95	0.74	1.3	0.53	1.1	0.96	1.9
CIC (meq.100 g <sup>-1</sup> )	4.9	4.4	2.8	9.4	2.6	6.3	3.8	18.8
Ca (meq.100 g <sup>-1</sup> )	0.01	0.02	0.03	0.01	0.05	0.01	0.01	0.02
Mg (meq.100 g <sup>-1</sup> )	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.02	0.08
K (meq.100 g <sup>-1</sup> )	0.04	0.06	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.11
Na (meq.100 g <sup>-1</sup> )	0.04	0.05	0.10	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
SB%	2.5	3.6	6.7	1.5	5.5	1.7	3.4	1.3
Fósforo ppm	0.21	1.0	0.61	0.61	ND	ND	3.0	ND



En general los suelos involucrados por la empresa AGROVAUPES a la producción de ají amazónico en Mitú, Vaupés son suelos con una alta saturación de aluminio, de texturas francas, con bajos contenidos de materia orgánica, baja saturación de bases y muy poco contenido de minerales esenciales para las plantas los que los hace suelos pobres en nutrientes Los resultados del análisis de los suelos muestran la importancia la implementación del modelo de fertilización orgánica que supla las deficiencias nutricionales de las plantas y que garantiza los buenos rendimientos por hectárea, a costos razonables para la zona.

Dada esta condición de suelos poco fértiles en el Vaupés se han promovido a los socios de AGROVAUPES y productores afiliados la implementación de modelos agroforestales bajo los siguientes criterios:

a. Criterios Regionales o Generales

Para regiones apartadas y limitadas en servicios (vías, energía, etc.) el desarrollo de sistemas agroforestales debe ser precedido de la voluntad de los productores en buscar mecanismos que consoliden

programas solidarios o asociativos que permitan reunir y fomentar el desarrollo de los sistemas agroforestales.

El principal criterio que se debe asumir para trabajar los SAFs es la nuclearización, es decir formar zonas en donde se encuentren varios productores que no estén dispersos, con el fin de homogenizar la producción e iniciar programas de transformación, lo cual resulta mucho más fácil con poblaciones nucleadas.

En los casos contrarios las SAFs se convertirán en apoyos para el autoconsumo siendo difícil iniciar procesos de transformación a una escala semi industrial.

#### b. Criterios Individuales o a nivel de Productores

Los condicionamientos necesarios para realizar los SAFs en las fincas son los relacionados con las condiciones biofísicas y de disponibilidad de mano de obra, en especial la familiar.

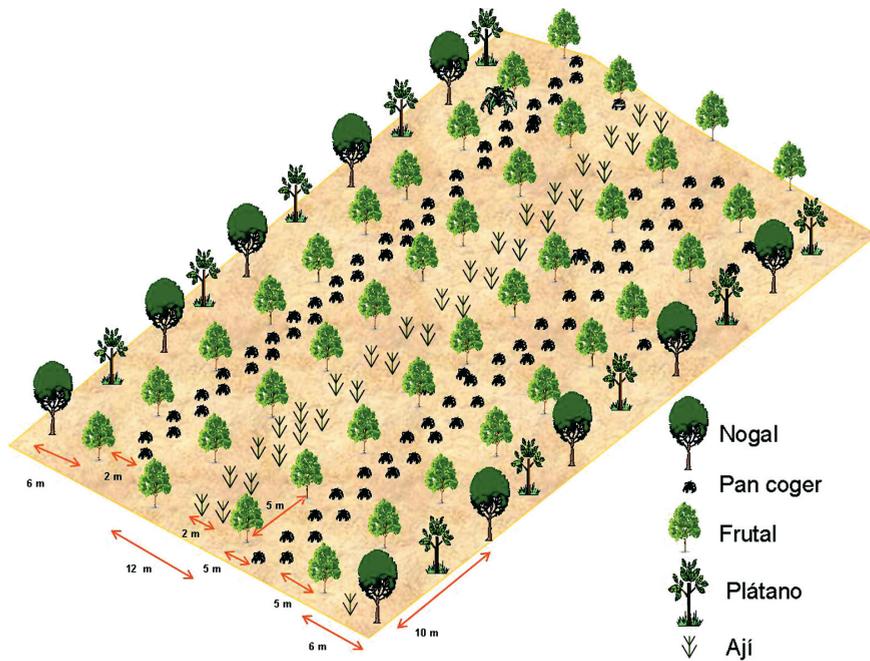
Las condiciones biofísicas analizadas son:

- Suelos: Se debe tener en cuenta que estas prácticas tienen un doble objetivo, uno la sostenibilidad y otro la producción, por lo tanto se parte de la idea que debemos contar con suelos con buenos niveles de fertilidad y en regiones que no estén en un estado avanzado de erosión o degradación, porque de esta manera los SAFs no tendrán éxito. Los suelos aceptados para este tipo de sistemas son aquellos francos, es decir los suelos que tienen una combinación entre arenas, limos y arcillas que los hacen viables para el desarrollo de las SAFs.
- Otro aspecto de importancia es la Profundidad Efectiva, lo cual es la distancia desde la superficie hacia abajo en donde las raíces de los árboles pueden crecer libremente, esta profundidad efectiva no puede ser menor a 80 cm.
- Relieve. No podrán ser regiones con pendientes superiores a 25%, debido que esto incide en el nivel de fertilidad.
- Drenaje. Los suelos no pueden ser muy arcillosos (gredosos) o con alto contenido de arenas, lo cual produciría para el primer caso encharcamiento y lavado rápido para el segundo.



- Clima. Como en toda actividad productiva se deben tener en cuenta las condiciones climáticas, lo cual es bien conocido por los productores.
- Vías de comunicación. Dependiendo del objetivo del SAF y de sus componentes (especies incluidas) los productores deben analizar la factibilidad del desarrollo del SAF con relación a los medios de comunicación a que tengan acceso.
- Básicamente se deben asumir las condiciones que el agricultor o productor tiene en cuenta para la producción de su comida o de su autoconsumo, porque es bien sabido por ellos los requerimientos de los sitios para la producción. Como ejemplo, los productores observan y asumen como indicador de fertilidad los sitios con presencia de la Palma Cachuda.

— 20 —



**Figura 3.** Modelo agroforestal con énfasis en ají implementado en el departamento del Vaupés

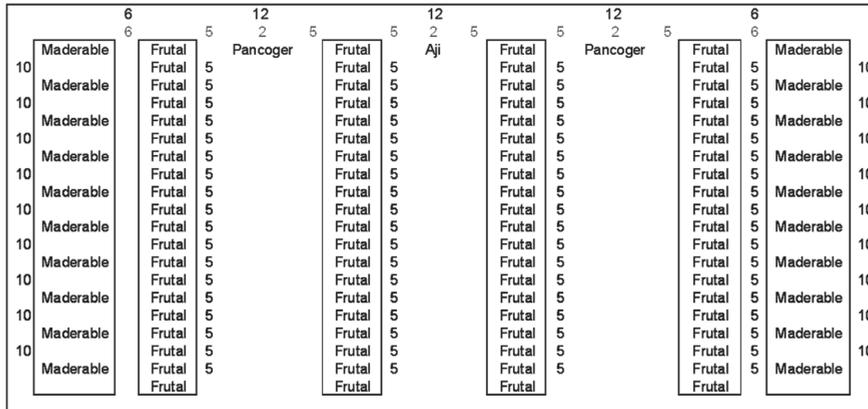


Figura 4. Distribución espacial de las especies asociadas en el arreglo agroforestal con énfasis en ají, implementado en Vaupés.

El modelo se fundamenta en el criterio de lograr el máximo de aprovechamiento de luz solar para generar los mayores rendimientos posibles en el cultivo principal de ají. Las distancias de siembra seleccionadas fueron:

Forestales: 50 m entre hileras por 10 m entre plantas. Su función es la de protección al suelo, producción de frutos comestibles, madera para construcciones y combustibles, barreras rompe vientos y servicios ambientales para la finca. Las especies seleccionadas son Abarco (*Cariniana pyriformis*), Pan de año (*Anthoncarpus* sp), Cacay (*Caryodendron orinocense*), Aguacatillo (*Bleichmedia brasiliensis*), Ñambo (*Sizygium malaccensis*), Ibapichuna (*Dacryodes* spp), Algarrobo (*Hymenaea candolleana*), Guamo (*Inga* spp) y Zapote (*Matisia cordata*)

Frutales: 12 m entre hileras por 5 m entre plantas. Su función es la generación de un espacio de alta diversidad de especies que favorezcan las condiciones agroecológicas, que en especial favorezca el manejo integral de los problemas fitosanitarios del ají. Además son fuente productora de alimentos y promueven la soberanía alimentaria de la unidad productiva. Las especies seleccionadas son: Copoazu (*Theobroma grandiflorum*), cacao (*T. cacao*), Arazá (*Eugenia stipitata*), marañón (*Anacardium occidentale*), Borojó (*Borojoa patinoi*), Wai-



tuto (*Rollinia mucosa*), mandarino (*Citrus reticulata*), guanabano (*Annona muricata*), icaco (*Chrysobalanus* sp), Ukuki (*Pouteria ukuki*).

Pancoger: se siembran entre surcos externos de frutales en espacios de 2 a 3 m de ancho considerando especies de chagra como yuca (*Manihot sculenta*), plátano (*Musa* spp), fríjol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*), Caña (*Sacharum officinarum*) entre otras.

El ají (*Capsicum* spp) se siembra en un el centro del arreglo entre dos surcos de frutas a 5 m de estos, en una cajonera en la de 3 m de ancho en la cual se siembran las plantas de ají en surco doble a 60 cm entre plantas y 60 cm entre surcos. Cada cajonera tendrá un área efectiva de ají de 300 m<sup>2</sup> con una densidad de 550 plantas. Esta cajonera se puede rotar al cabo de un 18 meses con los cultivos de pancoger lo que permite un ciclo rotacional de siembras de ají de 4 años y medio a cinco años en el mismo terreno, mejorando la eficiencia en el uso del suelo. Luego de este periodo las especies de ciclo medio y largo producirán excesivo sombreamiento lo cual impedirá el normal desarrollo de plantas de ají, con lo cual el sistema debe volver a implementarse en otra media hectárea y así sucesivamente se va generando un modelo sostenible de uso del suelo e incrementando el área en bosques productivos de las fincas.

— 22 —



#### 1.4 Siembra, cultivo y crecimiento

La plantación se hace en forma directa colocando la plántula seleccionada obtenida en vivero.

En este caso es muy importante proteger el material de una posible contaminación, por lo que las superficies de contacto deben mantenerse limpias. El papel más importante lo juegan los trabajadores, por lo que es muy importante mantener las manos limpias y desinfectadas al transplantar el material.

La etapa de cultivo y crecimiento de la planta es quizá la de mayor riesgo de contaminación del producto. En estas etapas se tiene que controlar la aplicación de plaguicidas, fertilizantes, calidad del agua, vigilancia de las condiciones del lote e higiene de los trabajadores.



**Figura 5.** Implementación de eras o cajoneras con ají en los sistemas agroforestales en Mitú, Vaupés



## Disminución de riesgos durante la producción

### Agua

Cuando el agua entra en contacto con frutas y hortalizas frescas, la posibilidad de contaminación por microorganismos depende de la calidad y procedencia de la misma. El agua que se usa en el campo incluye diversas actividades como el riego, la aplicación de bioinsumos y fertilizantes y la utilizada para la higiene del personal. Para evitar riesgos, las fuentes de abastecimiento de agua, generalmente pozos o canales, deben llevar un programa de mantenimiento y en lo posible tener análisis químicos y microbiológicos manteniendo registros de

las condiciones y estableciendo un programa de acciones correctivas cuando es necesario.

Se debe evitar que los empleados utilicen el canal para bañarse, alejar a los animales para que no contaminen con sus excrementos y evitar la acumulación de basura en la corriente de agua y alrededores. Se debe tener un historial detallado de las colindancias del lote y puntos posibles de riesgo de contaminación como son corrales de ganado, campos de vivienda de empleados, canales, drenes y letrinas. Es importante no vaciar los contenidos de las letrinas en los canales o drenes adyacentes, sin un tratamiento previo. En el caso particular del agua el riesgo también está asociado con el sistema de riego y el tipo de cultivo.

El agua de escorrentía o de exceso de lluvia por inundación, presenta mayores posibilidades de contaminación si las plantas están pequeñas y los frutos tienen contacto directo con el suelo. El riego por aspersión representa una manera rápida de contaminar el producto si el agua utilizada está contaminada. En el caso del ají cultivado con espalderas y tutores los riesgos de contaminación son menores. Debe asegurarse que el agua utilizada para aplicaciones de bioinsumos cumple con las especificaciones microbiológicas y químicas respectivas, debiendo mantener los registros correspondientes.

— 24 —



## Fertilización

El programa de fertilización es basado normalmente en análisis edáficos y foliares que permiten corregir deficiencias o mantener los niveles óptimos de nutrientes. En estas áreas está prohibido comer, fumar o realizar acciones que conlleven a un riesgo personal o de contaminación. En el almacén de fertilizantes debe existir las hojas técnicas y de seguridad de los productos que se están utilizando. En el caso del ají amazónico el programa de fertilización implementado se basa en el uso de fuentes orgánicas para lo cual se deben conservar las siguientes precauciones:

En el caso de utilizar abonos orgánicos, es importante conocer la fuente (estiércol, porquinaza, gallinaza) y la procedencia de estos y

contar con una garantía en su caso, de que fue tratado para disminuir la carga microbiana, antes de su incorporación. Los tratamientos pueden ser pasivos como dejarlo al ambiente o cubierto con plástico y estarlo volteando varias veces, o activos como tratamientos térmicos o digestiones alcalinas. Su aplicación debe ser al menos cuatro meses previo a la cosecha y de preferencia en cultivos que no estén en contacto directo con el suelo. El equipo utilizado debe desinfectarse inmediatamente después de su uso. Es necesario contar con análisis de la carga microbiana de este tipo de abonos orgánicos antes de incorporarlo y darle un seguimiento. En Colombia la resolución No 0150 de 2003 del MADR, ICA reglamenta estos productos. La NTC 5167 es la norma que rige los productos orgánicos usados como fertilizantes y enmiendas al suelo

#### Ventajas del uso y conservación de preparados orgánicos en fincas

- Se reduce la dependencia de los productos químicos que llegan de otras partes del país, en mal estado y costosos.
- Se obtienen alimentos sanos y por lo tanto vida sana.
- Los costos de producción se reducen significativamente hacia el futuro y se puede ganar un poco más al comercializar las cosechas como productos ecológicos.
- Estas actividades de reciclaje y uso de desechos permiten evitar la contaminación de los suelos y de las aguas contribuyendo a generar bienestar para la región.

#### Recomendaciones para preparar los abonos orgánicos

- Se deben usar materiales en lo posible, reciclados y bien lavados.
- Las actividades se deben hacer con energía positiva.
- La materia está constituida por residuos vegetales o estiércol de los animales de la finca (cerdos, aves, vacunos, otros).
- Es importante que las cantidades que se preparen se utilicen el mismo día o se compartan con otros agricultores con el fin de hacer más eficiente el trabajo y no se deteriore el producto.



Preparados orgánicos elaborados en Vaupés

- Caldos trofobióticos de origen animal Super 4

Preparado a base de estiércol fresco y enriquecido con minerales. Utilizado en la fertilización foliar y edáfica y como componente indispensable de la trofobiosis.

- Caldos trofobióticos de origen vegetal: Purines e Hidrolatos

Los hidrolatos son preparados con plantas medicinales que sirven para la protección y nutrición vegetal. Los purines consiste en no hacer cocción sino adicionar a la mezcla 1 kg. de estiércol y ½ kg. de melaza. Se coloca el recipiente debajo de un árbol y se deja fermentar, cuando deje de hervir se cuele y se aplica igual que el anterior.

- Fermentado anaeróbico de boñiga de poligástricos (vacunos y cabras). Bocachi o bayodo

Son preparados con base en gallinaza o bovinaza y residuos verdes de plantas bien picados que sirven para la protección y nutrición vegetal.

- Mantillo de bosque

Son preparados a base de residuos verdes de plantas bien picados a los cuales se les adiciona mantillo de bosque para su descomposición.

Como resultado de este eje temático se implementaron 10 módulos de agricultura orgánica en cada uno de los predios donde se implementaran unidades de producción de ají, ya que estos preparados constituyen la base fundamental de la mejora tecnológica que incorpora AGROVAUPES para la producción de ají.

La secuencia recomendada de aplicación es la siguiente (Tabla 3)



Tabla 3. Programa de fertilización para el cultivo de ají en Vaupés.					
Etapa del cultivo	Días después de siembra en campo	Estadio fenológico	Dosis	Producto	Imagen
Siembra en campo	0 días	Desarrollo de 4 hojas en tallo principal	1 kg/planta	Bocachi	
Apertura de tallo principal	20-30 días	Formación de brotes laterales	1 kg/planta	Humus o bocachi	
Floración	50-210 días según la variedad	Aparición del órgano floral	Relación 1:20 caldo: agua al suelo alrededor de la planta	Super 4	
Fructificación	70-300 días según la variedad	Formación de fruto	Relación 1:20 caldo: agua al suelo alrededor de la planta	Super 4	
Cosecha	120-350 días según la variedad	Maduración de frutos y semillas	2 kg /planta	Humus y/ o bocachi	



Adicionalmente se sugiere la aplicación de 2 kg por planta de bocachi al momento de la siembra de los árboles frutales y maderables, y repetir la dosis cada 4 meses para un total de 6 kg/planta/año de bocachi.



**Figura 6.** Insumos orgánicos usados en Vaupés. A) Lombricompuesto. B) Modulo de agricultura orgánica. C) Bocachi preparado y almacenado. D) Caldo súper 4.



Es importante considerar que los preparados orgánicos requieren de un tiempo de maduración para alcanzar condiciones de nutrición adecuadas tanto en su componente biológico como mineral. Los abonos tipo Bocachi elaborados por AGROVAUPES tienen la siguiente composición:

Parámetro	Análisis fisicoquímico de los abonos tipo Bocachi elaborados en las fincas de Mitú a ser incorporados a la producción de ají.									
	Triunfo	Alex	Villa Miryam	Valencia	Balcón Luna	Villa Yisel	La Maria	Narvaez	Milciades	
pH	4.6	5.3	6.7	8.3	5.3	6.8	5.4	3.6	5.1	
S.A.I. %	1.3	3.2	-	-	1.1	-	0.7	50.9	3.2	
M.O %	5.7	6.8	5.1	8.5	2.9	7.5	5.4	3.0	17.2	
N. Total %	0.37	0.63	0.50	0.89	0.21	0.71	0.45	1.2	0.85	
CIC (meq.100 g <sup>-1</sup> )	11.1	24.3	19.0	43.6	8.2	28.8	15.6	36.6	31.2	
Ca (meq.100 g <sup>-1</sup> )	5.7	4.3	16.0	23.3	2.3	17.7	6.6	2.0	8.2	
Mg (meq.100 g <sup>-1</sup> )	2.1	1.8	5.0	19.7	2.2	12.0	4.1	1.8	5.9	
K (meq.100 g <sup>-1</sup> )	3.1	3.8	2.1	53.7	1.6	9.8	5.6	0.83	7.7	
Na (meq.100 g <sup>-1</sup> )	0.16	0.39	0.25	0.77	0.24	0.78	0.37	0.45	2.0	
SB%	11.0	42.6	SAT	SAT	77.1	SAT	SAT	14.0	76.4	
P (ppm)	38.9	142	132	338	54.8	512	58.1	15.1	279	
Mn (ppm)	26.5	4.8	9.3	67.8	7.5	11.6	23.1	6.3	138	
Fe (ppm)	209	140	125	18.4	430	84.8	117	163	94.7	
Zn (ppm)	6.7	11.9	3.7	7.0	12.6	42.4	14.6	1.7	14.2	
Cu (ppm)	0.44	0.64	0.34	0.52	0.38	3.3	0.62	0.14	4.0	
B (ppm)	1.1	0.68	0.76	1.4	1.2	8.9	1.2	0.68	8.9	

Los análisis confirman la riqueza nutricional del preparado tipo Bocachi elaborado en Vaupés a con los recursos de la zona. Se observa que son abonos ácidos, producto de las fuentes usadas para la preparación, además son ricos en nitrógeno, fósforo y potasio. Otros minerales como Calcio y Magnesio están presentes en forma importante y es de resaltar el aporte sustancial en elementos menores como zinc, hierro, manganeso y boro. Desde el punto de vista microbiológico este tipo de abonos tiene un contenido importante de actinomycetes (hasta 40 ufc.  $g^{-1}$  o  $mL^{-1}$ ), hongos (Hasta 100 ufc.  $g^{-1}$  o  $mL^{-1}$ ) y de bacterias (hasta 1125 ufc.  $g^{-1}$  o  $mL^{-1}$ ) (Vargas y Peña, 2003). Estos microorganismos en su mayoría son hongos micorrizales que fijan fósforo, bacterias nitrificantes que hacen más asimilable el nitrógeno y actinomycetes que degradan materia orgánica de difícil descomposición poniendo los minerales a disposición de las raíces de las plantas.

## Bioinsumos

— 30 —



Únicamente deben utilizarse productos aprobados y autorizados para los usos y cultivos recomendados por las agencias respectivas que para Colombia es la resolución No 0375 de 2004 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Es importante contar con un inventario detallado de todos los bioinsumos almacenados, así como con los registros de entradas y salidas.

Aquí también deberán de existir las hojas técnicas y de seguridad de cada uno de los productos. En el almacén debe existir un lugar cerrado y limpio en donde se conserve el equipo de protección que incluye ropa especial, anteojos, lentes protectores, guantes, zapatos especiales y respiradores con cartuchos apropiados. Todo el equipo de protección personal para el trabajador que aplica estos productos debe revisarse frecuentemente y estar en buenas condiciones.

En Mitú, Vaupés el ají como especie principal ha sido atacado por varios insectos que se han podido controlar satisfactoriamente con preparados orgánicos como el hidrolato, el cual se prepara realizado mezclas de plantas aromáticas como hojas de limón, naranja y otras

como helecho, picado de tabaco, frutos de ají y ajo macerados; la aplicación se realiza en disoluciones de 2:1 agua - preparado.

Los insectos que han atacado causado algún daño en las plantaciones son:

- Grillo, este troza las plántulas sobre el cuello de la raíz en el momento posterior a la siembra. Es de hábitos nocturnos y por consiguiente las aplicaciones se realizan en horas de la tarde.
- Una especie de coleóptero, que se ha encontrado posado sobre las hojas y no se ha podido determinar el daño que causa.
- Hormiga Arriera: comedor de hojas.
- Una especie de oruga, comedor de hoja, probablemente Lepidoptero.
- Un chinche, chupador.
- Perforador de ají, un microepidoptero

Se ha presentado también una infección en los frutos causada por una bacteria que inicia su proceso por la perforación del fruto cerca su base que presuntamente es producida por el chinche, la cual causa perdida total del fruto. El manejo esta basado en la recolección de frutos afectados y su posterior eliminación.



**Figura 7.** Insectos presentes en las plantaciones de ají en el Vaupés.





**Figura 8.** Daño causado por la infección bacteriana producida al ataque del perforador del fruto.

Para el control se recomienda la colecta manual del insecto ya que las poblaciones de este son bajas y realizar la colecta de los frutos infectados tanto de la planta como del suelo, sacarlo de la parcela y destruir el material por incineración para evitar la propagación de la infección sobre las demás plantas. Los porcentajes de infestación se calculan en un 20% aproximadamente, lo que hace manejable el problema con labores culturales.

Todas las aplicaciones en campo deben registrarse en una bitácora que incluya fecha, producto, dosis, tipo de aplicación e insecto o enfermedad a controlar. Los recipientes utilizados deben de ser lavados tres veces (no arrojar los desechos a los canales) y destruirse o llevarse a un centro de acopio autorizado para su manejo y cuidados

## Sanidad del campo y exclusión de animales

Se deben establecer cuadrillas o equipos de limpieza en el campo para eliminar la basura y los frutos dañados, podridos o desechados en los surcos y guardarrayas después del corte y ésta debe acumularse en un centro de acopio con periodos cortos de permanencia para evitar contaminación cruzada. En todo momento se debe evitar la presencia de animales domésticos o silvestres en los campos de cultivo.



## Personal

El personal debe estar consciente de que puede ser un vehículo de contaminación en el campo. La presencia de enfermedades infecciosas, lesiones abiertas y otros trastornos en el personal, constituye una fuente de microorganismos patógenos los cuales pueden ser transmitidos a las frutas, hortalizas, al agua y a otros trabajadores. Para controlar los posibles riesgos se debe capacitar a todos los empleados para que adopten buenas prácticas de higiene, estableciendo programas de capacitación, supervisión y corrección.

Los trabajadores enfermos o con heridas deben ser protegidos y en casos necesarios, incapacitarlos para el trabajo. La capacitación es muy importante para lograr una buena higiene, se debe enseñar a los empleados a lavarse las manos de una manera eficiente y debe señalarse la importancia de evitar la defecación al aire libre. No está permitido el empleo de mano de obra infantil. El personal de campo deberá de contar con agua potable para su consumo, la cual requiere ser analizada y demostrar que esta libre de microorganismos dañinos para la salud.

De la misma manera, los trabajadores requieren que se establezcan áreas específicas en el campo, localizadas fuera de los surcos para consumir sus alimentos y estos lugares deben ser limpiados y desinfectados con frecuencia.

## Instalaciones sanitarias

Se deben colocar instalaciones de lavado y letrinas con agua potable, jabón, yodo o cloro, papel sanitario, papel secante y colocar botes de basura con tapadera. Deberá existir una letrina por sexo y al menos un sanitario por cada 15 empleados.

El supervisor debe de hacer rondas de lavado de manos de los trabajadores y asegurarse de que se laven las manos cada vez que utilicen los sanitarios. Los baños deberán lavarse y desinfectarse a diario. Los desechos generados en las letrinas deben eliminarse dia-



riamente con un extractor que contenga alguna sustancia con capacidad de reducir poblaciones de microbios y desecharse fuera del campo para evitar la contaminación cruzada. Es importante contar con las bitácoras de limpieza y desinfección de las letrinas, así como de los análisis microbiológicos respectivos en el agua de consumo. Estaciones de lavado de manos y comedores intercalados en ciertos lugares estratégicos en el campo facilitan el lograr que el personal cumpla con este propósito.

## Disminución de riesgos durante la cosecha

### Corte

Los factores de riesgo de contaminación microbiana que intervienen en esta etapa son las instalaciones sanitarias en el campo, las herramientas de corte, los contenedores (baldes, cubetas, costales) y las condiciones de higiene de los trabajadores. Se deben usar herramientas de corte y guantes de goma que permitan la desinfección al inicio, durante y final de las labores. Es importante revisar a diario los recipientes y reparar o descartar los dañados para reducir la presencia de heridas al producto y limpiar y desinfectar los recipientes o cubetas todos los días antes de utilizarlos. Todo el equipo de recolección debe mantenerse perfectamente limpio antes, durante y después de la operación.

El momento oportuno de recolección de un fruto es determinante en el éxito de su manipulación, transporte y comercialización, la recolección de frutos inmaduros dará como resultado frutos de escasa calidad, con poco o ningún aroma, color pálido e irregular. A su vez frutos recolectados en estados muy avanzados de madurez darán como resultado un lapso muy breve para la aplicación de algún método de conservación.



Los índices de recolección comprenden un conjunto de parámetros que facilitan al agricultor la determinación del momento oportuno para realizar la cosecha. Los índices de recolección son de diversa índole, y en muchas ocasiones un solo índice o indicador no es concluyente. Por ello se pueden seleccionar un conjunto de 2 o 3 que sean complementarios. Esto es especialmente importante en las variedades de ají del Vaupés ya que algunas de ellas tienen un color verde o amarillo a la madurez lo que limita el uso del indicador de color como el más confiable.

Las categorías de los índices de recolección son:

**Físicos.** Hacen referencia a características físicas de los productos como el color, la textura o la forma, peso, densidad. La firmeza en el momento de la recolección puede ser medida con un medidor de textura. El cambio de color es medido visualmente o mediante el uso de un colorímetro.

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

Los sólidos solubles totales por ejemplo pueden ser medidos directamente en el campo con un refractómetro y la unidad en la que se reportan son °Brix, la acidez total titulable. Los grados Brix se encuentran asociados a los contenidos de sacarosa principalmente, aunque no son una medida directa de ella.

De manera semejante, el pH del fruto puede ser medido directamente en el campo, en algunos frutos el pH aumenta durante la maduración, aunque no en todos los frutos se evidencia este aumento.

**Fisiológicos.** Hacen referencia a los parámetros relacionados con la actividad fisiológica del producto, tales como la respiración o la emisión del etileno. Su medición no se hace directamente en el campo.





**Figura 9.** Determinación en campo de punto de cosecha. A) Frutos de ají colectados sin clasificar. B) Determinación de estado de madurez por resistencia. C) Clasificación por color de los frutos cosechados.

## Empaque en campo

Los trabajadores que efectúan las operaciones de empaque en campo deben cumplir con los mismos principios de higiene y sanidad como si fuera un empaque central. Normalmente se usan empaques móviles que van avanzando conforme avanza el corte.

Salvo algunos casos, la mayoría de estas operaciones no lavan y desinfectan la fruta y solo le limpian el polvo antes de empacarla en sus cajas respectivas. La infraestructura que se maneja para estos empaques debe estar limpia y desinfectada para evitar la acumulación de basura, insectos, roedores o polvo. Al igual que en el empaque central, toda las herramientas debe contar con un programa de lim-

pieza y desinfección al término de la jornada, así como con los procedimientos específicos sobre como realizar estas acciones.

El producto debe estar libre de clavos, vidrios, objetos extraños, excremento, tierra en exceso y restos de plantas. Una vez recibido el producto, éste no debe permanecer mucho tiempo en espera antes de ingresar al siguiente proceso. Las cajas empacadas son transportadas inmediatamente a sitios frescos preferiblemente cuartos de frío para reducir las temperaturas de campo antes de ser cargadas a los transportes.

Se debe fomentar la higiene personal en los empleados y se debe concientizar en lo importante de tener un buen manejo del producto durante el empaque, embalaje y estibado, así como en el almacenamiento y conservación. Estos lugares deberán mantenerse higiénicamente y deben permitir un manejo de la temperatura según el producto que se trate. Esto es, contar con buena ventilación y aireación. Es importante revisar diariamente para eliminar los productos dañados o en descomposición, así como evitar la abertura excesiva de puertas para evitar la entrada de polvo y calor excesivo del medio exterior. Debe verificarse la limpieza, presencia de enfermedades, daños por insectos o cualquier tipo de contaminación que pudiera llevar el producto antes de ser empacado y almacenado. Las herramientas como cuchillos, botas, guantes, batas y delantales se lavarán e inspeccionarán periódicamente y deberán reemplazarse cuando sea necesario.

Se debe recordar que muchas de las situaciones anteriormente expuestas pueden solucionarse si se aplica el sentido común y que los puntos de riesgo van a minimizarse una vez que se adopte la cultura de la higiene y el saneamiento. Además, cada una de las etapas del proceso de producción deberá apoyarse con el uso de bitácoras de trabajo y registros de operaciones perfectamente bien detalladas, las cuales continuamente se modificarán acorde a las exigencias y planes de trabajo de cada campo.



## Transporte de campo a empaque

Para reducir el riesgo de contaminación microbiana, los operarios deben adoptar buenas prácticas de higiene y asegurarse de que se han cumplido todos los requisitos de higiene en los camiones y otros tipos de transporte (costales, cajones de madera, cajas plásticas) antes de cargar las frutas y hortalizas. Inspeccionar las cargas anteriores en los vehículos y evitar alternar el uso del transporte para cargas de animales o mezclas de productos animales o químicos con productos hortícolas es una práctica que se debe cuidar. En todos los casos es necesario lavar y desinfectar los recipientes después de vaciar el producto.

Es importante contar con áreas de almacenamiento en donde se ponga a secar al aire libre estos contenedores, los cuales nunca deberán de tener contacto directo con el suelo. Una vez llenado el contenedor en campo, este debe ser cubierto para evitar acumulación de polvo en su superficie y reducir los riesgos de contaminación cruzada. Estas coberturas nunca deberán de tener contacto directo con el suelo. En el vaciado es muy importante tener cuidados especiales para reducir al mínimo daños mecánicos y la posibilidad de contaminación durante el transporte.

— 38 —



## Registros e información necesaria para el manejo del cultivo

A continuación se presenta la información que se considera pertinente para el manejo adecuado de los datos. Para cada registro existen requerimientos mínimos necesarios para que la información esté completa y tenga utilidad.

### Agua

- Riegos realizados durante el ciclo productivo, especificando variedad, fecha, hora inicial, hora final, responsable, fuente de agua.

- Los análisis fisicoquímicos o microbiológicos realizados al agua con fecha y nombre del laboratorio que los realizó.
- Se debe registrar la fuente de agua que se emplee para el manejo en poscosecha, así como la fecha.

## Suelo

- Mapa de la finca o parcela.
- Mapa de la finca actualizado con los lotes por producto cultivado.
- Si se utilizan sustratos orgánicos y estos tienen algún tratamiento por medios químicos, se debe anotar en un formato la fecha, el responsable, el producto empleado y la dosis.
- Se debe llevar un registro escrito de la evaluación del terreno a cultivar, identificando posibles riesgos químicos y biológicos y las acciones tomadas para un riesgo identificado como limitante para el cultivo.

## Fertilización

- Los análisis fisicoquímicos realizados al suelo deben constar con fecha y nombre del laboratorio que los realizó.
- Se deben registrar las aplicaciones de fertilizantes foliares y edáficos, anotando fecha, producto utilizado, método de aplicación y dosis según el caso.
- Se debe dejar constancia de la incorporación de residuos. Cuando se incorporen residuos orgánicos se debe anotar el tipo de residuo y la fecha.
- Para la producción de abonos orgánicos se debe anotar en el libro de campo la materia orgánica inicial, su procedencia, la fecha del tratamiento, el tipo de tratamiento y el responsable.

— 39 —



## Protección de cultivos

- Identificación de problemas sanitarios. Es necesario anotar la fecha del monitoreo y el problema identificado.

- Se debe registrar la aplicación de productos para control de plagas, anotando fecha de elaborado, fecha de aplicación, producto empleado, dosis, método de aplicación y motivo de la aplicación.
- Debe quedar soporte escrito de la procedencia de las semillas o las plántulas.
- Es necesario tener el plan escrito del Manejo Integrado de Plagas registrando, además, la especie o especies cultivadas y su período de validez.

## Recolección y tratamientos poscosecha

- Se debe registrar la fecha de aplicación de productos o tratamientos poscosecha implementados, el producto empleado, la dosis, el método de aplicación, el motivo de la aplicación y la autorización técnica (dada por el responsable de tomar las decisiones en la unidad productiva).

## Elementos de apoyo para las labores productivas

- Gestión de empaques de insumos y residuos. Es necesario registrar el manejo dado a los residuos de insumos y a sus empaques, anotando el tratamiento dado y el lugar donde se realizó.

## Salud, seguridad y bienestar de los trabajadores

- Conservar actas o documentos que soporten la capacitación de los trabajadores en las labores que desempeñan



## Literatura consultada

- Andrews, J., 1984 Peppers: "The domesticated Capsicums", First edition ed. University of Texas Press, Austin, Texas, pp. 170.
- Arboleda, S., N. Galat, 1993 Ajíes y Pimientos. In: Voluntad (ed.) Especies, Historia, usos, cultivos y sus mejores recetas. Santa Fe de Bogotá. pp. 65-71.
- Bosland, P.W., 1996 Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. In: J. Janick (ed.) Progres in new crops. ASHS Press, Arlintong. pp. 479-487.
- CATIE, 1993 Guia para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales, Turrialba, pp. 168.
- Debouck, G. D., D.F. Libreros, 1996 Salsa picante, o una breve historia del Ají (Capsicum) en Colombia Memorias V seminario sobre recursos vegetales promisorios, vol. 1. Grupo de las Américas, International Board for Plant Genetic Resources, Cali, Colombia. pp. 1-18.
- Eshbaugh, W.H., S.I. Guttman, M.J. MacLeod, 1983 The origin and evolution of domesticated Capsicum species. *Ethnobiology*. 3: 49-54.
- FAO, 1999 Producción mundial de Capsicum, [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Galmarini, C., 1992 Los recursos genéticos del género Capsicum y su utilización en Argentina Actas del curso taller en tecnología de producción de semillas hortícolas para pequeños agricultores. FAO-INTA, Santiago de Chile. pp. 1-9.
- González, M.M., P.W. Bosland, 1991 Germoplasma de Capsicum en las Américas. *Diversity*. 7: 57-59.
- Gutierrez, O., 1995 Estimulación de la producción de fibroblastos por capsaicina. Postgrado-Universidad del Valle, Cali (Valle).
- Guzman, J.E., 1988 El cultivo del pimiento y el ají. Serie Agricola Vegetal No. VI: 151.
- IBPGR, 1983 Genetic Resources of Capsicum. IBPGR Secretariat Rome, Italy (Rome). pp. 49.





- IICA. Memórias curso de agricultura orgánica. 2000.
- Jaramillo, J., M. Lobo, 1982 Pimentón Manual de asistencia técnica de hortalizas. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, Bogotá. pp. 121-143.
- Leopold, CA. 1975 Plant Growth and development. 2o Ed. McGraw Hill Publishing Co. New Delhi. P. 270-280.
- Levin, H., E. Lange, 1994 El pimiento de todos los colores. In: E. S. A (ed.) El gran libro de las verduras de todo el mundo, Second ed. pp. 120-123.
- Martínez, L.J. 1998. Suelos de la Amazonía. Serie Escuela y Amazonía No. 1. Ministerio de Educación Nacional, Programa Fondo Amazónico, Coordinación
- Mercado-Silva, E., P. Benito-Bautista y M.A. García-Velasco. 1998. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. *Postharvest Biology and Technology* 13: 143-150.
- Ortiz, R., L.F.D.d.l. Flor, 1990 Utilización de descriptores en la caracterización de Líneas dentro del Género *Capsicum*. *Turrialba*. 40: 112-118.
- Pickersgill, B., 1991 Cytogenetics and Evolution of *Capsicum* L. In: T. Tsuchiya and P. K. Gupta (eds.) *Developments in Plant Genetics and Breeding*, vol. 2 B. Elsevier, Oxford. pp. 139-160.
- Pickersgill, B., 1993 *Peppers and Chillies*. Academic Press Limited, pp. 3496-3505.
- Vallejo, A.F., 1990 Mejoramiento genético del género *Capsicum* (pimentón y ají) Curso internacional sobre producción y mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Palmira.
- Vélez, J., 1991 El Ají (*Capsicum chinense* Jacq.), patrimonio cultural y fitogenético de las culturas amazónicas. In: L. Munévar (ed.) *Colombia Amazónica*, vol. 5. Corporación Colombiana para la Amazonía -Araracuara- (COA), Santa Fé de Bogotá. pp. 161-185.
- Villamizar, F. Y J.E. Ospina. 1995. *Frutas y hortalizas: manejo tecnológico postcosecha*. Bogotá.

Villachica, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonía. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima.

1. [www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml](http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml)
2. [www.echonet.org/tropicalog/ednissues/pdf/span/edn57spa.pdf](http://www.echonet.org/tropicalog/ednissues/pdf/span/edn57spa.pdf)
3. [www.monografias.com./trabajos/lasemilla/.shtml](http://www.monografias.com./trabajos/lasemilla/.shtml)
4. [www.infoafro.com/aromaticas/pimiento.asp](http://www.infoafro.com/aromaticas/pimiento.asp)
5. [www.e-campo.com/media/news/nl/alhorticultura18.htm](http://www.e-campo.com/media/news/nl/alhorticultura18.htm)
6. [www.amazonas.rds.org.co/libros44/texto05.htm](http://www.amazonas.rds.org.co/libros44/texto05.htm)
7. [www.pepperconference.marhust.com](http://www.pepperconference.marhust.com)
8. [www.conabro.gov.mx/institución/conabro\\_espagnol/doctos/chile.html](http://www.conabro.gov.mx/institución/conabro_espagnol/doctos/chile.html)
9. [www.wordzone.net/international/pepper2002](http://www.wordzone.net/international/pepper2002)
10. [www.proexport.com.co/proexportinm/application/trames.asp](http://www.proexport.com.co/proexportinm/application/trames.asp)





# Cosecha y poscosecha de ajíes amazónicos

## Características de los frutos de ají

— 45 —

Los frutos de ají son bayas de forma globosa, rectangular, cónica, alargada o redonda y de tamaño variable, el cuerpo del fruto presenta una superficie suave, frecuentemente asurcada y con depresiones o rugosidad transversal. Su color en estado inmaduro es verde, morado, amarillo (en varios tonos), blanco y naranja y en estado maduro rojo (en varios tonos), púrpura oscuro, amarillo, naranja, café, negro, castaño o pardo oscuro dependiendo de la variedad (Nuez y Costa, 1996).



Las especies que se cultivan en la Amazonía Colombiana son *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense*. y *C. pubescens*

## Crecimiento del fruto de ají

Los frutos de ají crecen en tres etapas: en la primera ocurre un ligero aumento de tamaño ocasionado la formación de las células. La

segunda fase está caracterizada por un crecimiento rápido provocado por un aumento del tamaño de las células de los tejidos. El máximo crecimiento del fruto se da tanto en sentido longitudinal, como transversal, según sea la forma característica final de la variedad y la especie; en esta fase la velocidad de crecimiento es máxima. En la tercera fase los frutos presentan un crecimiento lento hasta su madurez final, en la cual el incremento de peso es pequeño y se producen los cambios característicos de la maduración, como el color finalmente acompañados por el inicio de la senescencia (Leopold, 1975).

En las cultivares del Vaupés se distinguen variedades de formas que se caracterizan por longitudes y diámetros transversales que les confieren formas globosas o típicamente alargadas, caracterizadas por tamaños que van desde menos de 1 hasta 5 cms. Entre las primeras se distinguen los cesari amarillo, rojos y dujevium, mientras que entre las formas globosas se encuentran los pajarito y lulito.

El peso fresco varía entre 2 y 4 g promedio de los frutos al final del desarrollo corresponde al cual corresponde un 10% de masa seca. Esto significa que cuando se vaya a realizar un proceso de secado o de deshidratación aproximadamente un 90% se va a eliminar como agua evaporada.

La recolección de los frutos de ají puede realizarse en el momento en el que los frutos alcanzan el máximo tamaño, es decir, la máxima acumulación de peso seco y en la mayoría de los casos cuando el fruto alcanza su cambio total de color. Es decir de verde a rojo, amarillo, morado o naranja entre otros. Se ha comprobado que algunos ajies tienen su mayor contenido de picante o pungencia en estados previos al cambio total de color, es decir en estados previos a la maduración organoléptica total.

## **Características bioquímicas y fisiológicas asociadas al desarrollo reproductivo de los frutos de ají**

La maduración de un fruto es un proceso que no se detiene, y que es característica en cada variedad de ají; este proceso acompaña-



do por múltiples cambios a nivel interno del fruto, proporciona las características óptimas para su consumo (Wills et al., 1998; Seymour et al., 1993). La etapa de maduración requiere de la síntesis de nuevas sustancias como nuevos pigmentos y componentes de sabor como la capsaicina (Seymour et al., 1993).

### **Actividad respiratoria**

La respiración de los frutos es uno de los principales procesos de la vida de los vegetales; y se presenta tanto unido a la planta, como cosechado; puede describirse como el consumo de materiales de reserva como almidón, azúcares y ácidos orgánicos, para la producción de energía y otras moléculas como pigmentos, aromas. La tasa respiratoria es un excelente indicador de la actividad metabólica de los tejidos, por lo que proporciona una guía útil para la vida potencial de almacenamiento del producto (Wills et al., 1998).

Los frutos de ají amazónico presentan una baja intensidad respiratoria desde el inicio de su desarrollo y durante su maduración, los niveles de producción de  $\text{CO}_2$  se mantienen por debajo de  $100 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , comportamiento que permite clasificar los frutos como no climatéricos, en la mayoría de los casos, como se ha constatado previamente en cultivares de procedencia regional (Hernández *et al.*, 2004) o aquellos que no presentan maduración extensiva después de ser cosechados. Un fruto no climatérico se encuentra estrechamente relacionado con una larga vida de poscosecha. Por lo tanto, puede sugerirse realizar la recolección cuando se ha completado el color final característico, que coincide con el final de la maduración. El término climatérico inicialmente implicó solamente frutos con respiración incrementada, pero la producción de etileno, junto con la producción de  $\text{CO}_2$ , es ahora aceptada como un criterio para identificar frutos climatéricos. Los frutos de cesari rojo, así como los dujevium, chiche pato y pajarito y lulito presentan una curva de respiración sin climaterio, mientras que los cesari amarillo presentan climaterio durante la maduración, lo cual hace considerar que el manejo de la cosecha de estos últimos podrá ser mas flexible en cuanto al mo-



mento oportuno de realizarla. Es sabido que los frutos que presentan aumentos climatéricos durante la maduración pueden ser recolectados cuando alcanzan su máximo crecimiento y aun no han adquirido el color característico de la madurez.

Ninguna de las accesiones incluidas presentó niveles detectables de etileno, ni durante el desarrollo, ni durante la maduración, lo cual coincide con el bajo patrón respiratorio y larga vida de poscosecha, aun la cesari amarillo.

## Color

El cambio más evidente y con frecuencia el más importante experimentado por muchos frutos durante la maduración es el color, criterio utilizado por los consumidores para decidir si el fruto está o no maduro. El aspecto más común a estas modificaciones es la pérdida del color verde.

El color del pericarpio es el resultado de la pérdida de clorofila como también de la síntesis de otros pigmentos que dan el color amarillo, como carotenoides (Minguez-Mosquera y Hornero-Méndez, 1994 a, b; López-Camelo y Gómez, 2000); en los ajíes es dado principalmente por un grupo de carotenoides como la capxantina, capsorubina y criptoxantina, responsables del color especialmente rojo (Wien, 1997).

Las causas primordiales de este cambio de color son: cambios de pH del fruto, desarrollo de procesos estimulados por el oxígeno, acción de las clorofilasas, que son compuestos relacionados con la despigmentación verde, y que de manera natural se degradan en el proceso de maduración y senescencia posterior. Se observan algunos cambios característicos de color en cultivares del Vaupés. Las tablas de cambio de color para los ajíes Cesari Amarillo (*C. frutescens*), Cesari rojo (*C. chinense*), Dujevium (*C. chinense*), Chiche pato (*C. frutescens*), Pajarito (*C. chinense*) y Lulito (*C. chinense*) (Fichas de tablas de color Figuras 30-36 Cartas de color)



En los ajíes colectados en el departamento de Vaupés, muchos de estos pigmentos son carotenoides, muy estables y permanecen inalterados en los tejidos aun en estados avanzados de senescencia.

Durante las etapas iniciales de desarrollo, los frutos presentan coloración verde que permanece durante los primeros 20 o 30 días de su desarrollo dependiendo de la especie y variedad. Algunos frutos presentan cambio de coloración más temprana que otros atribuyéndoseles que algunos son más precoces que otros. Los frutos de ají amazónico de la accesión de *C. frutescens* cambian a colores rojos o naranjas, lo mismo ocurre con los *C. chinense* (figura 2). En otros casos en accesiones de *C. annuum* cambian los colores finales pueden ser de tonalidades moradas como ocurre con algunas materiales del departamento de Amazonas.

La cutícula cerosa característica de los frutos de ají, contribuye a mantener la intensidad del color y la luminosidad constantes durante su desarrollo, dicho comportamiento se presenta de manera similar en los frutos de la accesión de Cesari rojo y amarillo (figura 1 y 2) en los cuales el cambio de coloración de verde a rojo inicia trascurridos los primeros 25 días de su desarrollo. Otros frutos como Dujevium y chiche pato cambian de color verde a color hueso o naranja (figura 4-7), mante-



Figura 1 Desarrollo Frutos Cesari rojo



Figura 2 Desarrollo Frutos Cesari amarillo



Figura 3 Desarrollo Frutos Dujevium

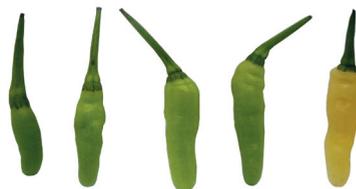


Figura 3 Desarrollo Frutos Chiche pato



Figura 5 Desarrollo Frutos pajarito



Figura 6 Desarrollo Frutos Lulito



Figura 7 Desarrollo Frutos Cudavio

niendo la intensidad del color y la luminosidad constante durante su desarrollo. Otros frutos de ají, la coloración de los frutos cambia luego de los primeros 10 días del desarrollo de verde a color morado oscuro y finalmente, el ápice del fruto se torna levemente rojizo, al igual que la zona ecuatorial, como sucede en algunas variedades del trapecio amazónico.

— 50 —



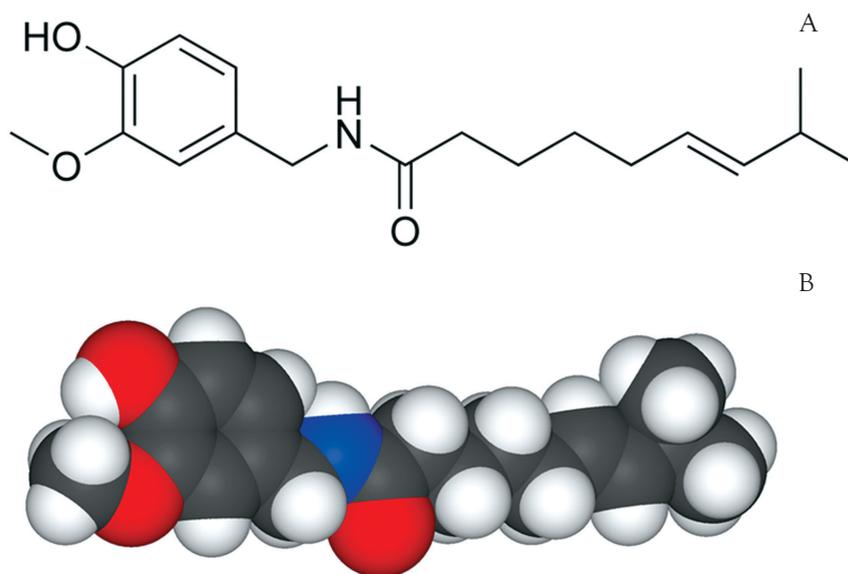
### Cambios en la pungencia durante el desarrollo de los frutos de ají amazónico

Las cantidades y características de sabor, color y especialmente pungencia son parámetros importantes de calidad en los frutos de ají. Su alta pungencia es atribuida a los capsaicinoides, de los cuales la capsaicina y la dihidrocapsaicina constituyen más del 80% (Kirschbaum-Titze, Mueller-Seitz, & Petz, 2002a; Topuz & Ozdemir, 2004)

Sus cualidades varían con el genotipo y la maduración y están influenciados por las condiciones de crecimiento y pérdidas después del procesamiento (Zewdie & Bosland, 2001).

La pungencia es la característica propia de los ajíes que al ser consumidos, les confiere la sensación de ardor y quemazón (Harvell y

Bosland, 1997), llegando a ser dolorosa; sensación producida por la activación del canal no selectivo VR1 sobre las terminaciones nerviosas (Jordt y Julius, 2002). Hoffman *et al.*, (1983), encontraron que los principales contribuyentes a la pungencia son capsaicina (28.1 mg), dihidrocapsaicina (19.96 mg), norhidrocapsaicina (3.2 mg) y trazas de otros compuestos.



**Figura 8** Estructura molecular tridimensional de la capsaicina. Fuente [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

La capsaicina pura es un sólido rojo oscuro, insoluble en agua, pero soluble en aceites y alcohol etílico. Su fórmula química es  $C_{18}H_{27}NO_3$  y el nombre dado por la IUPAC (Unión Internacional de la Química Pura y Aplicada) es “8-Methyl-N-vanillyl-6-nonenamide”, caracterizada por una alta actividad biológica y sus efectos farmacológicos, neurológicos y dietéticos son bien conocidos. Ellos influyen en la homologación de receptores de dolor, detector de calor periférico y central y aortas pulmonares. Los rangos de concentración de capsaicinoides en pimiento caliente varía de 0,003 a 0,01%; las variedades de chiles sua-



ves contienen de 0,5 al 0,3%, y chiles fuertes son caracterizados por el contenido más alto de 0,3%, alcanzando alrededor del 1%.

Calva *et al.* (2000), indica que la capsaicina es producida en las glándulas localizadas cerca de la placenta en las paredes del fruto, empieza a acumularse a partir de los 8-10 días después del cuajamiento de los frutos, aumentando a medida que transcurre la maduración de los frutos, para llegar a un máximo cuando éstos se tornan completamente maduros (rojos, naranjas, amarillos o morados) y cayendo drásticamente en la senescencia, a causa de una degradación cercana al 60%, debida a fenómenos oxidación debida a la luz u oxidación debida a las enzimas (Contreras-Padilla&Yahia, 1998; Iwai *et al.*, 1979a).

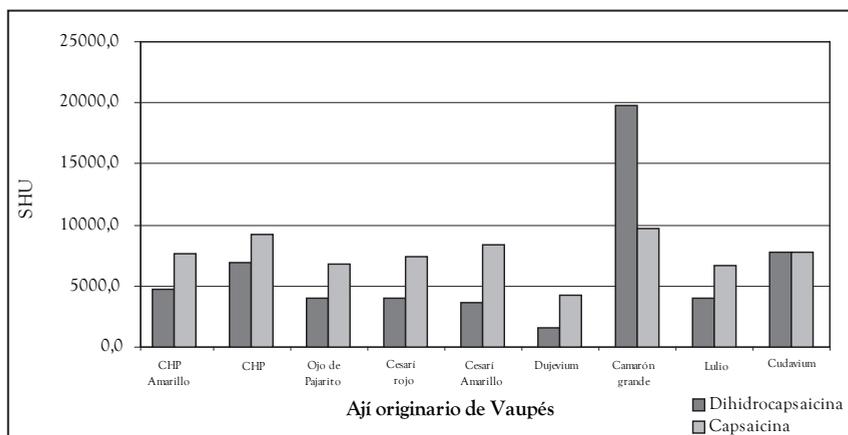
Se observa que los niveles de capsaicina en las diferentes accesiones colectadas en el Vaupés se encuentran en el rango de 0 a 0.5 mg.g<sup>1</sup> en peso fresco de capsaicina, que resultan menores a las originarias del Trapecio en Leticia. Las variaciones en los contenidos entre accesiones de ajíes pueden deberse a factores ambientales, de temperatura, humedad relativa, brillo solar y particularmente a las características de los materiales nativos de las diferentes zonas de la región amazónica.

Los niveles óptimos de síntesis de capsaicina se encuentran después que el fruto alcanza su máximo tamaño, y antes que se verifiquen los cambios plenos de maduración, es decir cambio de color total. Durante el período de envejecimiento del fruto presenta disminución de contenidos de capsaicinoides como resultado del deterioro de los tejidos y de la acción de las enzimas. En términos generales el mayor contenido de capsaicinoides coincide con el momento de la recolección. La accesión que presenta mayor contenido de capsaicina es el camaron grande cuyos contenidos son superiores a los jalapeños y algo menores que los ajíes tipo Tabascos. El resto de ajíes nativos del Vaupés poseen una pungencia promedio semejante a los jalapeños, que los puede hacer bien aceptados por los consumidores nacionales, poco acostumbrados a ajíes muy picantes (Figura 9)

El ají es una planta de ciclo corto, en general para todas las accesiones los niveles de capsaicina se incrementan durante el primer mes



de desarrollo y se hace máxima en el momento de alcanzar el máximo tamaño, pero no así el máximo cambio de color



**Figura 9** Contenido de capsaicinoides en ajíes del Vaupés

Los niveles de dihidrocapsaicina, segundo alcaloide en importancia luego de la capsaicina, se encuentran entre 0,20 a 1.2 mg.g<sup>1</sup> en los ajíes de Vaupés y en el caso de los Cesari amarillo y rojo, así como en el Dujevium, en el chiche pato amarillo y ojo de pajarito, el contenido de dihidrocapsaicina es mayor, lo que puede contribuir de manera decisiva en su pungencia

En Vaupés los materiales incluidos en los sistemas productivos resultaron predominantemente de las especies *chinenses* y *frutescens*. Los primeros resultan ser más pungentes que los segundos y se destaca por su alto contenido de capsaicinoides el camarón grande (Figura 10).



**Figura 10** Ají camarón grande originario del Departamento de Vaupés

Cosecha y poscosecha de ajíes amazónicos



La determinación precisa de la madurez de los frutos de ají es difícil en la cosecha. Los frutos son cosechados en diferente grado de madurez y una proporción del fruto recolectado puede ser inmaduro. De esta manera, la cosecha de frutos de ají de diferente madurez algunas veces es un problema común aunque los frutos pueden tener el mismo color de la piel al cosecharse.

En la mayoría de los casos la tasa de maduración de frutos de *capsicum* está normalmente basada en evaluaciones subjetivas de color visual, tamaño, presión de la mano para evaluar firmeza o días después de la antesis. Si los frutos seleccionados son inmaduros, pueden no desarrollar un sabor agradable al madurar. Sin embargo, determinando la maduración óptima se beneficiará tanto el consumidor como el cultivador.

### Azúcares

Los azúcares son componentes principales en los tejidos vegetales, los cuales aumentan durante el desarrollo de los frutos ají amazónico, en forma de almidones. Durante la maduración estos son respirados y pueden ser mono o disacáridos, de los cuales los principales son la sacarosa, la glucosa y la fructosa. En estudios previos de ajíes de origen amazónico se encontró que hay un leve incremento hasta el día 20, y a partir del día 30 después del cuajamiento. La concentración de azúcares se incrementa entre el 40 y 75%. En el caso de frutos de ajíes dulces el incremento de azúcares monosacáridos (glucosa y fructosa) se inicia en la fase temprana del desarrollo (día 10), y la concentración al final de su desarrollo resulta ser la más alta entre las 6 accesiones.

Los niveles de azúcares totales, que en su conjunto son la suma de los mono y disacáridos presentan la misma tendencia que en el caso de los azúcares reductores, leves incrementos en el tiempo. Los contenidos máximos en azúcares totales fueron de 160 mg.g<sup>-1</sup>, para alguna accesión de *C. baccatum*;, en otras accesiones la concentración se establece entre 80 y 100 mg.g<sup>-1</sup>. Se observa entonces una relación in-



versamente proporcional entre los niveles de azúcares y los niveles de capsaicina, esto es, frutos con altos contenidos de azúcares presentan bajos niveles de capsaicina y viceversa.

### Ácidos orgánicos

El ají, en general se destaca, como en el caso del tomate o el pimentón, todos ellos de la familia *Solanaceae* por sus apreciables contenidos de ácidos, entre ellos el cítrico y el ascórbico, fundamental este último en formación de tejidos y alta trascendencia en la salud de los consumidores. En frutos de ají previamente evaluados en el Departamento de Amazonas (Hernández *et al.*, 2004) se encontraron contenidos detectables de las accesiones evaluadas mostraron contenidos importantes de ácidos málico, cítrico, succínico (figura 11) y oxálico, durante todo el desarrollo. Para la mayoría de las accesiones las concentraciones de ácido málico y cítrico son mayores y aumentan hacia el final de su desarrollo. Por el contrario, los contenidos de ácido oxálico son los más bajos y disminuyen al final del desarrollo. En el caso de las accesiones de Vaupés, el ácido orgánico predominante es el succinico, mientras que los contenidos de ácido cítrico y málico son

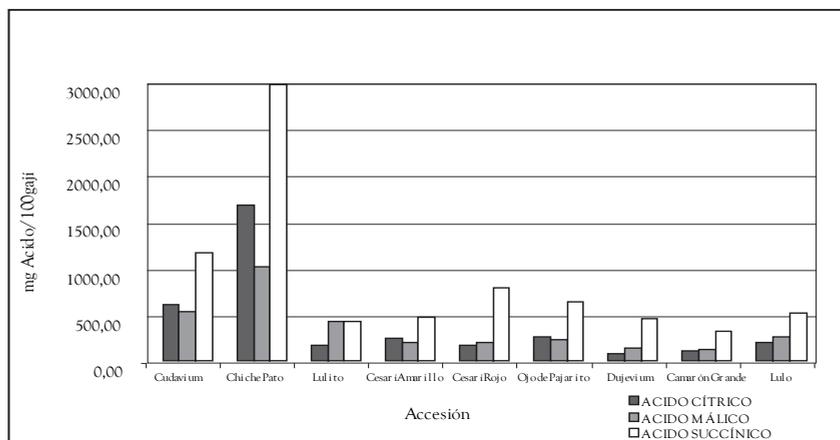


Figura 11 Ácidos orgánicos en frutos de ajíes de Vaupés

muy semejantes, alrededor de 1000 mg de ácido.100g<sup>1</sup>. La importancia que estos contenidos se basan en el carácter ácido que confieren al producto, a que son una reserva durante el período de poscosecha y a que su variación puede contribuir a consolidar un conjunto de índices apropiados para la recolección. En general, los ácidos orgánicos disminuyen durante la maduración de los frutos y algunos vegetales como el ají

En general, durante las primeras 5 semanas hay síntesis de ácidos orgánicos, mientras que desde el día 40 en adelante se presenta una disminución de todos los ácidos orgánicos durante la maduración.

### Ácido ascórbico

Los ajíes amazónicos poseen en algunos casos contenidos de ácido ascórbico o provitamina C considerables, en el caso de las especies del Vaupés el ají lulo, lulito y camaron grande, presentan contenidos entre 80 y 140 mg de Ac. Ascórbico/100g de ají. Aunque esta vitamina tiene una clara tendencia a disminuir por efecto de la temperatura y la luz, el proceso de deshidratación al cual son sometidos los frutos para su aprovechamiento como ají seco, disminuye de manera leve su con-

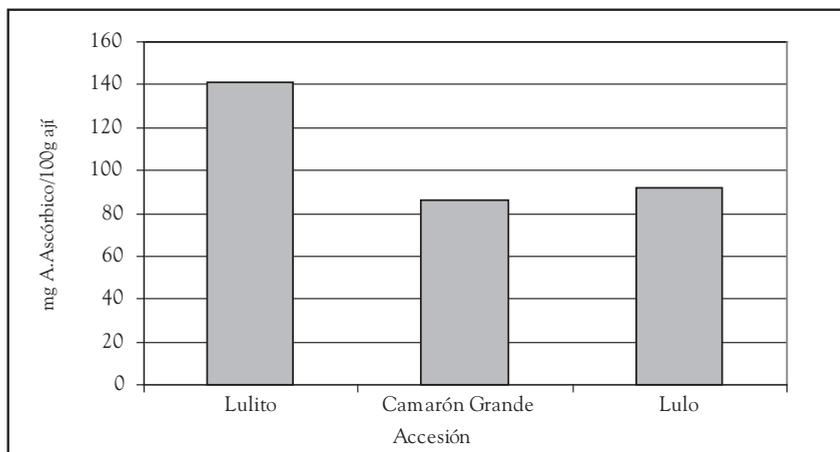


Figura 12 Contenido de ácido ascórbico de ajíes del Vaupés

tenido, aunque existen técnicas innovadoras que permiten enriquecer los productos transformados.

Aunque no constituye un único indicador de madurez, el aumento de contenido en vitamina C puede ser un índice para la recolección y de calidad del ají amazónico (Figura 12)

## Momento oportuno de recolección para el ají de vaupés

El momento oportuno de recolección de un fruto es determinante en el éxito de su manipulación, transporte y comercialización. La recolección de frutos inmaduros dará como resultado frutos de escasa calidad, con poco o ningún aroma, color pálido e irregular. A su vez frutos recolectados en estados muy avanzados de madurez darán como resultado un lapso muy breve para la aplicación de algún método de conservación.

Los índices de recolección comprenden un conjunto de parámetros que facilitan al agricultor la determinación del momento oportuno para realizar la cosecha. Los índices de recolección son de diversa índole, y en muchas ocasiones un solo índice o indicador no es concluyente. Por ello se pueden seleccionar un conjunto de 2 ó 3 que sean complementarios. Como se ha explicado en el capítulo 1, los indicadores de recolección pueden ser de varios tipos: físicos, químicos y fisiológicos, los cuales por si solos pueden no dar buena cuenta del momento de recolección oportuno, sin embargo, un conjunto de indicadores de buena definición, robustos y complementarios, que sean fiables en el momento en que el encargado de la recolección haga la operación de cosecha o el manejo en la planta de acopio, son de gran ayuda.

Las categorías de los índices de recolección son:

**Físicos.** Hacen referencia a características físicas de los productos como el color, la textura, la forma, el peso, la densidad o la masa seca. La firmeza en el momento de la recolección puede ser medida con un medidor de textura, (Figura 13) y el cambio de color con un colorímetro (Figura 14).





Figura 13 Penetrómetro para medir firmeza de frutas



Figura 14. Colorímetro espectrofotómetro MiniScan XE Plus

— 58 —



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

Los sólidos solubles totales por ejemplo pueden ser medidos directamente en el campo con un refractómetro (Figura 15) y la unidad en la que se reportan son °Brix, la acidez total titulable. Los grados Brix se encuentran asociados a los contenidos de sacarosa principalmente, aunque no son una medida directa de ella.



Figura 15 Refractómetro manual para medición de °Brix

De manera semejante, el pH del fruto puede ser medido directamente en el campo, en algunos frutos el pH aumenta durante la maduración, aunque no en todos los frutos se evidencia este aumento.

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

**Fisiológicos.** Hacen referencia a los parámetros relacionados con la actividad fisiológica del producto, tales como la respiración o la emisión del etileno. Su medición no se hace directamente en el campo.

## Operaciones de cosecha de ají

El ají puede ser cosechado manualmente, las prácticas tradicionales indican que el ají tiene que ser cosechado retirando el fruto con 50% de cambio de coloración utilizando una leve tracción del fruto con pedúnculo de la planta. Se recomienda sin embargo, realizar el uso de tijeras podadoras, para evitar el desgarramiento del fruto ya que la operación de separación manual causa heridas.

Las heridas son indeseables desde todo punto de vista en el producto, tanto para su consumo fresco, como para su transformación. En este último caso, si el producto se va a procesar, las heridas pueden ser canal de entrada de patógenos que posteriormente van a alterar la calidad del producto terminado, para deshidratado o conserva.

No se recomienda la recolección de frutos de ají, o cualquier otra hortaliza, bajo la lluvia o en horas de medio día. En el primer caso existe la posibilidad de causar daños en la planta y el producto húmedo tiene una mayor respiración y se deteriora más rápidamente. En el segundo caso, la deshidratación de la planta afecta el cultivo y el fruto tiene una alta actividad respiratoria con lo cual hay mayores pérdidas.



El producto recolectado (figura16) debe ser colocado en cajas plásticas bien aireadas y limpias. Los métodos de limpieza para la fruta pueden ser secos o húmedos, en el primer caso pueden utilizarse paños limpios, cuando se trata de operaciones en pequeña escala. En otro caso, con medianas y grandes escalas se utilizan tanques para el lavado del producto.



— 60 —



Figura16. Recolección de ají en parcelas de Vaupés

## Maduración y conservación controlada de frutos de ají amazónico

Los productos hortícolas son en su mayoría de carácter perecedero, por lo que la implementación de técnicas que permitan la prolongación de su vida útil es de suma importancia; técnicas como el uso de empaques, bajas temperaturas, productos químicos, entre otras, han sido empleadas con este fin, pero tal vez una de las más efectivas y ampliamente usadas, es la de conservación a bajas temperaturas (refrigeración).

El objetivo de la conservación a bajas temperaturas, es retardar el proceso de maduración o mejor, evitar la rápida senescencia de los

productos, preservándolos por un mayor tiempo o para el momento oportuno de consumo y/o comercialización (Wills *et al.*, 1998). Pese a que se logra reducir la actividad respiratoria y en general la tasa de cambios, algunos compuestos celulares o rutas metabólicas, son sensibles a las bajas temperaturas y se ven afectadas irreversiblemente, haciendo que el producto no alcance las cualidades óptimas para su consumo, ocasionando síntomas desfavorables en la calidad y presentación de los mismos, lo que en su conjunto se conoce como daño por frío (Wills *et al.* 1998).

## Maduración en refrigeración de frutos de ají

### Pérdida de peso

La pérdida de peso, resultado de la pérdida de agua de los tejidos del fruto y parcialmente de los procesos de respiración (Abou-Aziz *et al.*, 1975 citado por El-Shazly 2000), incrementó a medida que progresaba el período de almacenamiento y fue mayor a la temperatura de 20°C que a 10°C y 5°C, se puede ver que en el caso del ají, la pérdida de peso es dependiente de la temperatura y período de almacenamiento, similar a lo reportado en otros frutos de variedades de ají diferentes (El-Shazly, 2000). Se observa que el mayor porcentaje de pérdida de peso se da a partir del día 7 y particularmente a 20°C donde se da más rápido.

Igualmente se observa que luego de mantener los frutos a 5 y 10°C y colocarlos en condiciones de comercialización los frutos pierden peso muy rápidamente, lo cual es evidenciado por una alta tasa de respiración y el tejido deshidratado.

Uno de los signos visibles de esa pérdida de peso está representado en la deshidratación de los tejidos de los frutos (Figuras 17 a 20). Solo algunas variedades de ají pajarito (Figura 21), se observa que tras 10 días de almacenamiento no se evidenció pérdida de calidad de sus frutos, sino que se mantuvo la textura y el color deseable





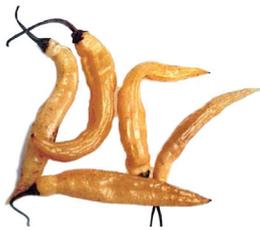
**Figura 17.** Frutos de *Capsicum chinense* almacenados durante 10 días a 20°C y 75% HR. Evidencia de deshidratación



**Figura 18.** Frutos de *Capsicum annuum*, tras 10 días de almacenamiento a 20°C y 75% HR. Detalle de fruto deshidratado.



**Figura 19.** Frutos de *Capsicum baccatum* almacenados durante 10 días a 20°C y 75% HR. Evidencia de deshidratación.



**Figura 20.** Frutos de *Capsicum annuum* almacenados a 20°C y 75% HR durante 10 días. Evidencia de deshidratación y pardeamiento.



**Figura 21.** Frutos de *Capsicum frutescens* almacenados a 20°C y 75% HR durante 10 días. No se evidencia pérdida de calidad.



hacia el final del período de almacenamiento, lo cual indica un alto potencial para manipulación poscosecha y mercadeo en condiciones ambiente 20°C, 75%HR.

## Respiración

La actividad respiratoria es una de las bases del mantenimiento en los seres vivos, que permite la liberación de energía a partir del desdoblamiento de compuestos de reserva. Las frutas exhiben diferentes patrones e intensidades de respiración, la cual puede ser medida

como la cantidad de  $O_2$  consumido para la utilización por el fruto en reacciones de oxidación, o como la cantidad de  $CO_2$  emitido. En la mayoría de los casos la cantidad de  $CO_2$  emitido es el componente de la respiración que se evalúa para conocer el patrón respiratorio y predecir el comportamiento de los frutos durante la etapa de posrecolección. De acuerdo con el patrón respiratorio los frutos se clasifican en climatéricos, cuando el nivel respiratorio presenta un máximo en la maduración y en no climatéricos si no lo presentan

El incremento de la actividad respiratoria de los frutos, durante la comercialización, una vez son sacados de las condiciones de refrigeración, está directamente relacionado con el aumento de temperatura del ambiente, a mayor temperatura mayor actividad respiratoria. Similares resultados se han observado en otros estudios en los que altas temperaturas de almacenamiento causaron incremento en la tasa de respiración, pérdida de humedad y pérdida de peso de los frutos (Hardernburg et al. 1986; El-Shazly, 2000).

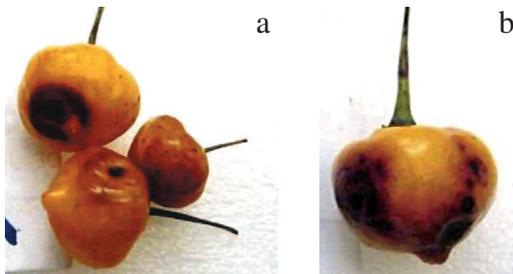
Los frutos de las 6 accesiones del departamento de Amazonas seleccionadas mostraron un patrón respiratorio de tipo no climatérico debido a que la actividad respiratoria fue baja durante su desarrollo. Es decir ellos no maduran, cuando son cosechados verdes o pintones. Los frutos de las respectivas accesiones almacenados a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  mostraron una baja actividad respiratoria y leves incrementos durante los períodos de comercialización, de igual manera en los frutos mantenidos a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  se observa que su actividad respiratoria es baja aunque mayor que la de aquellos almacenados a  $5$  y  $10^{\circ}\text{C}$ , encontrándose un aumento significativo después de una semana de evaluación; sin embargo este incremento no está asociado con un máximo climatérico, sino con la presencia y daño por microorganismos, los que aumentan la actividad respiratoria y la cantidad de  $CO_2$  registrada en los frutos.

Algunos frutos mostraron una corta duración durante los ensayos y aunque a  $5^{\circ}\text{C}$  alcanzan a mantenerse durante las dos semanas de almacenamiento, tras la maduración complementaria, su calidad no es buena para ser comercializados, inclusive no lo son para el procesa-





**Figura 22.** Frutos de *Capsicum chinense* a 5°C y 95% HR, tras 7 días de almacenamiento.



**Figura 23.** Frutos de *Capsicum chinense* a 10°C y 95% HR, tras 14 días de almacenamiento. a) Picado, b) Ablandamiento y pardeamiento.



**Figura 24.** Fruto de *Capsicum annuum*, tras 14 días de almacenamiento a 10°C y 95% HR. Evidencia de quemadura



**Figura 25.** Frutos de *Capsicum annuum* almacenados a 10°C y 95% HR durante 7 días y 3 días de maduración complementaria a 20°C y 75% HR. Evidencia de picado

miento. En general, se observó que bajo las temperaturas evaluadas se presentan daños por frío y/o deshidratación de los frutos de algunas accesiones durante el almacenamiento o durante los periodos de maduración complementaria, tales como pardeamiento (fotoXXX), picado (Figura 22-24) y quemaduras (Figura 25).

La manifestación visible de daño por frío fue observado luego de varios días de exposición por baja temperatura.

## Análisis del color

Los ajíes son consumidos en verde o en diferentes estados de ma-



duración, siendo más gustosos y preferidos, los maduros. Los ajíes para mercadeo en fresco usualmente se cosechan cuando alcanzan su madurez organoléptica, es decir cuando alcanzan su cambio de color casi completo y sólo están algo verdes. El color de los frutos es un factor importante para decidir el tiempo de cosecha y para identificar estados críticos de maduración que permitan realizar tratamientos con temperatura y períodos de almacenamiento, inclusive para su transformación

Los frutos de ají mantienen su coloración característica (ángulo Hue) durante dos semanas de almacenamiento, al igual que la luminosidad. Durante el período de comercialización, los frutos almacenados a baja temperatura disminuyeron en la intensidad del color, se observa pardeamiento o aparición de manchas de picado “pitting” en algunas accesiones.

En los frutos de *C. annuum* se observa un ligero cambio de color en cada uno de los frutos. Se encuentra un leve incremento en el color hacia el final de las dos semanas de almacenamiento, tanto a 5°C como a 10°C. Durante la simulación de comercialización a 20°C se observa pardeamiento y por lo tanto baja intensidad (Croma-C). El color de los frutos mantenidos a 20°C permaneció constante durante la conservación, al igual que la intensidad, esta última incrementó llegando a ser semejante al color de los frutos maduros en la planta.

En las diferentes variedades de ají, a la temperatura de 10°C, se evidencia una diferencia en la sensibilidad al daño por frío ya que algunos frutos sufren daños al almacenarlos a esa temperatura en tanto que otros no.

Se puede afirmar que los ajíes amazónicos son moderadamente sensibles al frío. En general, se observa que en los frutos de las accesiones más pungentes son las más susceptibles al daño por frío, mientras que los de las que exhiben mayor concentración de azúcares totales son menos susceptibles a las bajas temperaturas. Se ha encontrado que el alto contenido de azúcares minimiza el efecto del daño por frío (Wanner y Junttila, 1999).



## Azúcares reductores y totales

Los frutos madurados a 20°C muestran aumentos de los niveles de azúcares reductores (glucosa+fructosa), tras una semana de evaluación, durante esta etapa, los frutos presentan aumento de azúcares reductores, como resultado del consumo del almidón.

Entre los ajíes amazónicos se encuentran algunos que tienen niveles más altos de azúcares reductores, 70-100 mg.g<sup>-1</sup>, como de azúcares totales, 120-150 mg.g<sup>-1</sup>; ellos se mantienen durante su desarrollo. A 5°C los niveles de azúcares reductores se mantienen durante el almacenamiento. A 20°C tras una semana de evaluación se observa que los niveles de azúcares son más altos que a 5 y 10°C. En general, el contenido de azúcares en ajíes pueden ser un coadyudante para minimizar el daño por frío

Durante la maduración complementaria en general se observa un aumento de los azúcares y en muy pocos casos una leve disminución de los mismos. Se puede generalizar que la relación de azúcares es inversamente proporcional al contenido de capsaicinoides. Entre más pungentes los ajíes menos contenido de azúcares presentan

En general el contenido de azúcares reductores y totales incrementa al aumentar la temperatura y período de almacenamiento. En algunas accesiones aumenta levemente durante los períodos de almacenamiento, lo cual se relaciona con la pérdida de peso de los frutos analizados a las respectivas temperaturas y períodos de almacenamiento.

El incremento observado en la mayoría de las accesiones en cuanto a azúcares reductores podría ser debido a la degradación de almidones, azúcares de cadena larga formas simples como glucosa y fructosa o al cambio de sacarosa (azúcar no reductor) a glucosa y fructosa (azúcares reductores) probablemente por acción de la invertasa durante el almacenamiento.

## Capsaicina y dihidrocapsaicina

Similar a lo reportado durante la evolución de los contenidos de capsaicina y dihidrocapsaicina durante el crecimiento y desarrollo de



los frutos de las accesiones analizadas, se observa que durante las condiciones de almacenamiento evaluadas (5°, 10° y 20°C) los contenidos de dihidrocapsaicina son menores que los de capsaicina.

En los frutos de la accesiones evaluadas se observa que ambos alcaloides presentan un máximo hacia el día siete, parámetro independiente de la temperatura de almacenamiento; posteriormente sus niveles disminuyen probablemente como producto de la degradación de los alcaloides por efecto de la acción de enzimas como la peroxidasa, similar a lo que ocurre en frutos de ají senescentes en los que se ha observado que existe una relación inversa entre la evolución de estos capsaicinoides y la actividad peroxidasa como probable enzima implicada en su degradación (Contreras-Padilla y Yahia, 1998).

La accesión más pungente, después del almacenamiento a 5°C presenta valores muy bajos de capsaicina y dihidrocapsaicina lo que indica que son frutos muy sensibles a ser almacenados a bajas temperaturas y sugieren que el tipo de procesamiento sea deshidratado en escama o en polvo.

A diferencia de lo obtenido en los tratamientos evaluados, Kirschbaum et al. 2002 reporta que hay un pequeño aumento de los niveles de capsaicinoides en frutos de *C. annuum* a medida que avanza los ensayos de conservación tanto a temperatura ambiente como a 4°C, cuando los frutos solamente fueron cortados por la mitad, no encontrando diferencias en el contenido de estos alcaloides entre los dos grupos; sin embargo igualmente reporta disminución de los alcaloides en frutos conservados al medio ambiente cuando fueron cortados para las determinaciones analíticas.

Durante los ensayos de comercialización en las diferentes accesiones se observa que en algunos casos aumenta y en otros disminuye probablemente sin un patrón muy definido, posiblemente afectados por los cambios de temperatura, de refrigeración a ambiente. Cuando los frutos se llevan a temperatura ambiente, luego de haber estado a una temperatura más baja lo que ocurre es un choque térmico, lo que muy probablemente genera cambios fisiológicos y bioquímicos en los frutos.



## Ácidos orgánicos

En general se encontró que hacia el final de los tratamientos (5°C, 10°C y 20°C) los niveles de estos dos ácidos cítrico y málico disminuyen.

La disminución de ácidos orgánicos durante el almacenamiento y conservación a bajas temperaturas se debe a que son compuestos de reserva del fruto y son consumidos para mantenerse.



## Literatura consultada

- Calva, G., Ohoa A., Ríos, L. E., Sánchez J., Martínez J. V. 2000. Catabolismo de capsaicina en cultivos de células de capsicon. CINVESTAV. San Pedro. Zacatenco. México
- Contreras-Padilla, M., Yahai, E.. 1998. Changes in capsaicinoids during development, maturation, and senescence of chile peppers and relation with peroxidase activity. *J. Agric. Food Chem.* 46: 2075-2079.
- El-Shazly, S. M. 2000. Effect of storage temperature on the keeping quality of some date cultivars. In Artés, F., Gil, M.I., and Conesa, M.A. Editores. *Improving postharvest technologies of fruits, vegetables and ornamentals.* 1: 94-100. Novograf S.A. Spain.
- Harvell, K., Bosland, P. 1997. The environment produces a significant effect on pungency of chiles. *HortScience* 32 (7):1292.
- Hernández, M. S., Melgarejo, L. M., Barrera, J., Aponte, L., Carrillo, M.. 2004. En Melgarejo, L. M., Hernández, M. S., Barrera, J. A. y Bardales, X. Eds. *Caracterización y usos potenciales del banco de germoplasma de ají amazónico.* Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Gráficas Ducal. pp 29-51
- Hardenburg, R.E., Watada A.E., and C.Y. Wang. 1986. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks.* USDA Agric. Hdbk No. 66, Wash. DC
- Hodges, M. 2003. Overview: oxidative stress and postharvest produce. In Hodges, M. Editor. *Postharvest oxidative stress in horticultural crops.* P 1-12. Food Products Press. USA.
- Hoffman, P., Lego, M., Galetto, W. 1983. Separation and quantitation of red pepper major heat principles by reverse-phase high-pressure liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* pp.1326-1330.
- Jordt, S. E., Julius, D. 2002. Molecular basis for species-specific sensitivity to “hot” chili peppers. *Cell.* 108: 421-430.
- Kirschbaum, T. P., Hiepler, D., Mueller, S., Petz. M. 2002. Pungency in paprika (*Capsicum annum*) 1. Decrease of capsaicinoid content following cellular disruption. *J. Agric. Food Chem.* 50: 1260-1263



- Leopold, C. A. 1975. Plant Growth and development. 2<sup>a</sup> Ed. McGraw Hill Publishing Co. New Delhi. p. 270-280.
- Nuez, F., Costa, J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Mundi Prensa. Madrid. 607 p.
- Seymour, G., J. Taylor y G. Tucker. 1993. Biochemistry of fruit ripening. Ed. Chapman & hall. London. p. 1-43.
- Wanner L.A. y Junntila O. 1999. Cold induced freezing tolerance in Arabidopsis. Plant Physiology 120: 391–399
- Wien, H.C. 1997. Peppers. In: Wien, H.C. Editor. The physiology of vegetable crops. CAB international. N.Y. U.S.A. pp 259-293
- Wills, R., B. McGlasson, D., Graham, D.J.O. 1998. Postharvest. An introduction to the Physiology and Handling of fruit, vegetables and ornamental. 4th Edition. 262 p.
- Zewdie, Y., Bosland, P. 2001. Pungency of Chile (*Capsicum annum* L.) fruits is affected by node position. HortScience. 35 (6): 1174.
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

— 70 —



# Cartas de Color para ajíes del Vaupés

Figura 26. Nombre común: Cesari Amarillo

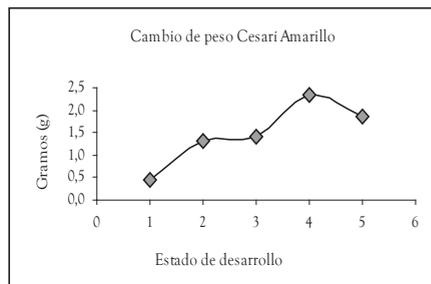
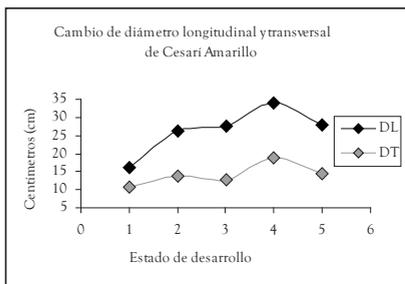
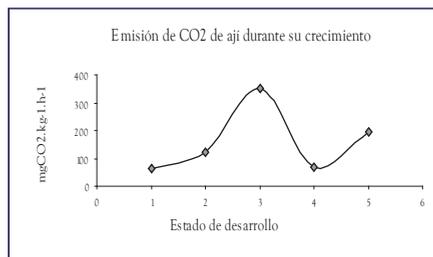


Figura 27. Nombre común: Cesari rojo

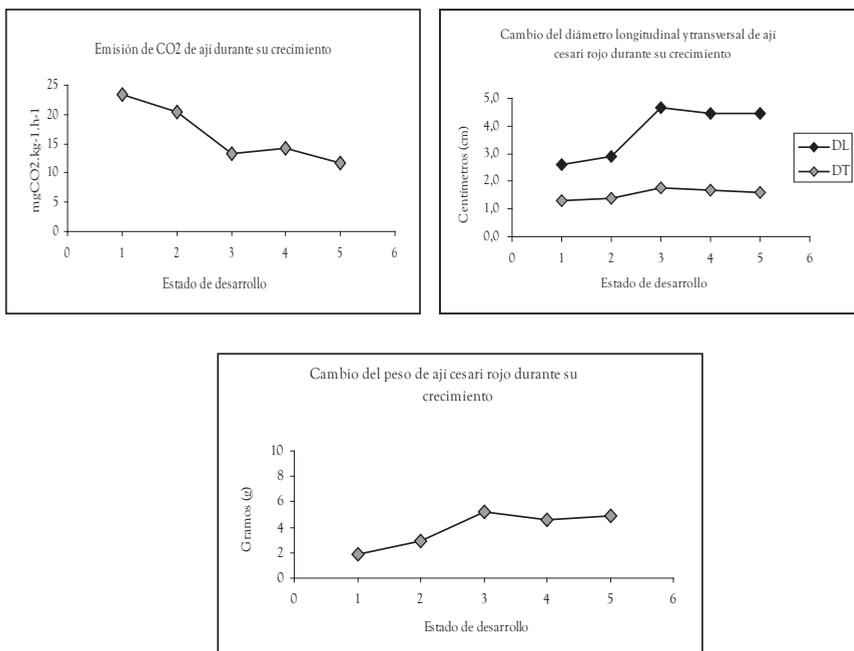


Figura 28. Nombre común: Dujevium

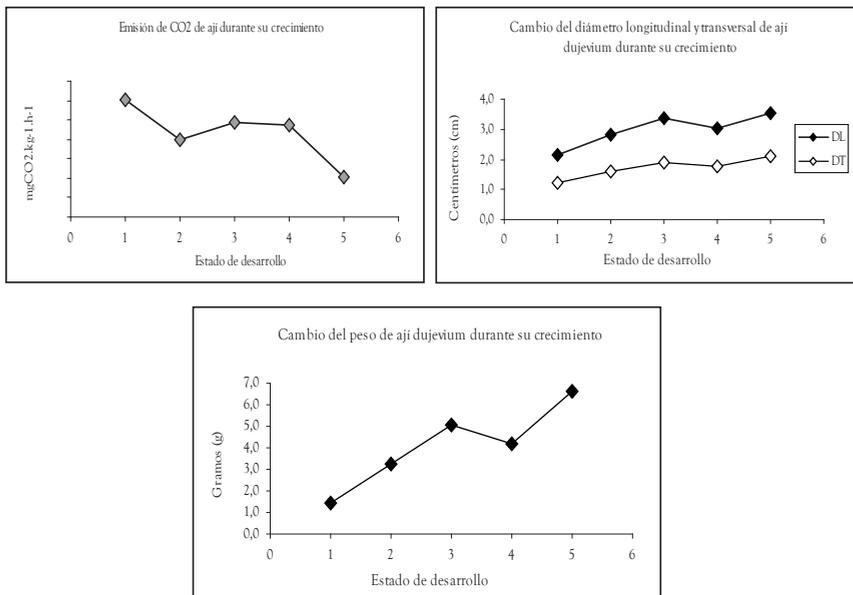


Figura 29. Nombre común: Chiche pato

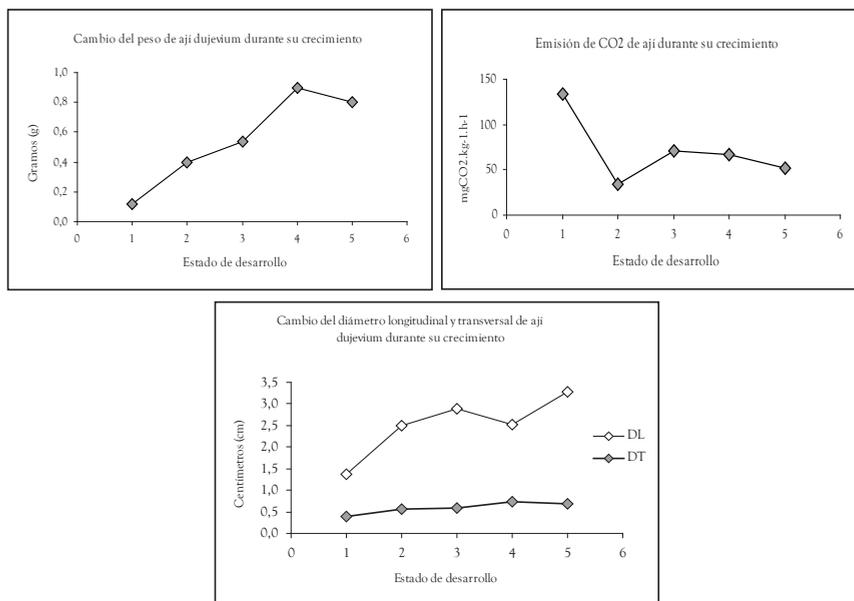


Figura 30. Nombre común: Pajarito

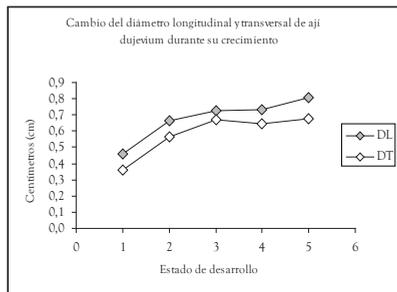
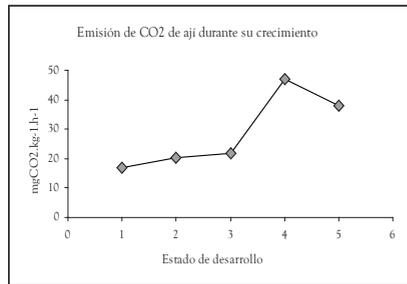
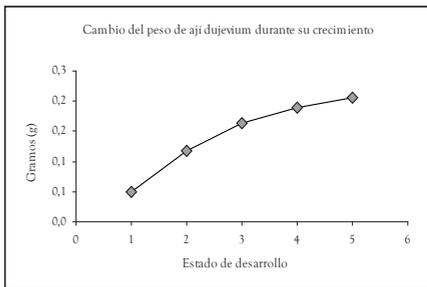


Figura 31. Nombre común: Lulito



— 76 —

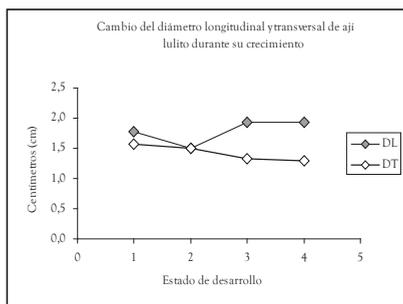
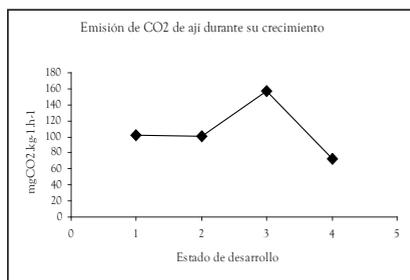
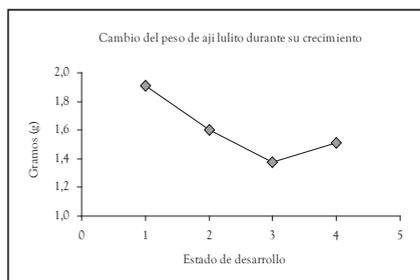
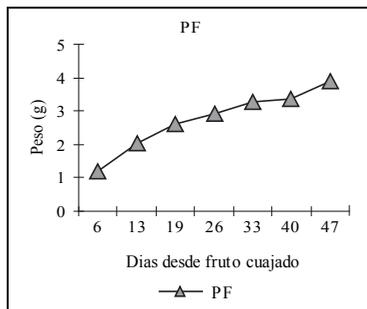
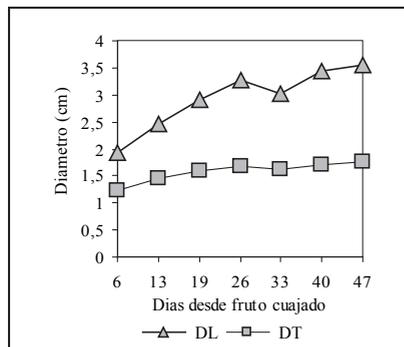
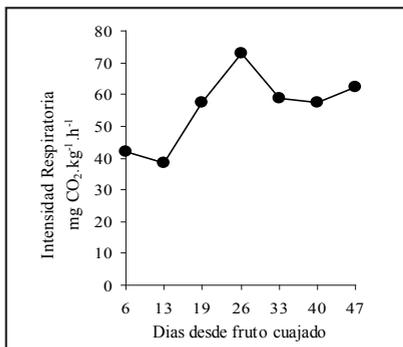


Figura 32. Nombre común: Cudavio





## Ají deshidratado

**L**as especies hortofrutícolas amazónicas, hacen parte de la oferta de la diversidad presente en la región amazónica colombiana. Durante muchos años estuvieron caracterizados por un escaso conocimiento y por un bajo hábito de consumo en las diferentes escalas, regional, nacional y por ende internacional con producción y comercio reducido. En su mayoría limitado a los departamentos donde se producen (Caquetá, Putumayo, Amazonas, Guaviare, Guainía) y otros cercanos. Este panorama, vigente hasta hace tan solo 3 años, cambia a partir de hechos coyunturales como las políticas gubernamentales tendientes a favorecer los mercados y los empleos verdes (Arcos et al. 2004; Hernández et al., 2007).

Actualmente en la Amazonia Colombiana, se han promovido y fortalecido 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 de los procesos más comerciales y acompañamiento al proceso de certificación ecológica (Hernández et al., 2006). Otro aspecto im-

— 79 —



portante es que el ají (Género *Capsicum*), forma parte del patrimonio cultural de la región y es una de las hortalizas más cultivadas por sus etnias (Arias y Melgarejo, 2000; Vélez, 1991), lo cual ha dado lugar a variedades adaptadas a los diferentes ambientes y a los requerimientos agro culturales donde se cultiva. El género en la Amazonia reúne una gran oferta de variedades de carácter pungente además de características de precocidad, productividad y demanda comercial lo que brinda grandes potencialidades de uso (Hernández et al., 2004).

La colección de *Capsicum* de la región Amazónica, custodiada por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-, está compuesta por 377 accesiones de las cuales el 35% corresponde a *C. annuum*, el 0,8% a *C. baccatum*, el 31% a *C. chinense*, el 28% a *C. frutescens*, el 1,3% a *C. pubescens* y el 4,5% a *C. sp.* La colección se caracterizó de manera morfológica, bioquímica, por isoenzimas, y molecular por AFLP con el fin de determinar y ampliar el conocimiento de la diversidad del género (Melgarejo et al., 2000).

La investigación básica ha conllevado a procesos de desarrollo sostenible, introduciendo la agroindustria como tema novedoso en la Amazonia Colombiana, con productos y conocimientos tecnológicos que han sido incorporados al mercado y que forma parte de una tradición o han surgido de iniciativas de proyectos, es el caso de la marca ají MAJIÑA de la Asociación de Productores Agropecuarios del Amazonas-APAA, hoy posicionada en cadenas de supermercado de Bogotá y fue una iniciativa que surgió del proyecto “Caracterización fisiológica y de uso potencial de accesiones promisorias de ají amazónico con miras a su introducción en las cadenas agroproductivas de la región Amazónica Colombiana” desarrollado por el Instituto -SINCHI-, la Universidad Nacional de Colombia, Colciencias y APAA.

Otro resultado palpable de investigación aplicada ha sido el proyecto “Fortalecimiento de iniciativas empresariales del departamento de Vaupés a partir de especies nativas de la región” desarrollado y concluido en el 2007 por el Instituto -SINCHI-, la Gobernación de Vaupés, FOMIPYME y Agrovaupés, con una metodología similar de



investigación a la experiencia MAJIÑA y donde se alcanzaron resultados importantes como:

- Identificación de materiales de ají nativos del Vaupés.
- La identificación y establecimiento de áreas piloto de producción que involucraron conceptos básicos de Buenas Practicas Agrícolas (BPA), agricultura orgánica y arreglo en sistemas de policultivos.
- El establecimiento de índices adecuados de recolección de los ajíes establecidos en predios de agricultores de Agrovaupés.
- Las curvas de secado del ají y la estandarización de operaciones de deshidratación a nivel piloto.
- Pruebas de calidad, microbiológicas y organolépticas para el producto deshidratado.
- Programa de Buenas Prácticas de Manufactura para el proceso de deshidratado teniendo en cuenta las diferentes etapas de proceso y la estructura organizacional de la planta.
- Elaboración de un plan de negocio y el portafolio de productos para la empresa AGROVAUPÉS.

El proceso de deshidratación representa una alternativa importante de aprovechamiento sostenible para el ají en la región Amazónica, teniendo en cuenta las grandes bondades como método de conservación, ya que, atribuye al producto, estabilidad microbiológica e inhibición enzimática debido a la reducción de la actividad del agua, y contribuye también con otras ventajas derivadas de la reducción del peso y disminución de volumen en relación con el transporte, manipulación y almacenamiento. Se pone a disposición de los usuarios, la tecnología aplicada para el ají amazónico mediante el paquete tecnológico “Con tecnología -SINCHI-”, con una descripción de las curvas de secado de ají, de pruebas organolépticas, del programa de Buenas Practicas de Manufactura de Ají deshidratado CUDAVIO de la empresa asociativa de trabajo Agrovaupés, del plan de negocio y el portafolio de productos, lo cual representa una guía de implementación de una planta de deshidratación amazónica.

**Ají deshidratado**



## Fisiología del ají

Los frutos de ají son bayas de forma globosa, rectangular, cónica, alargada o redonda y de tamaño variable. La pungencia es una característica propia que al ser consumidos, les confiere la sensación de ardor y quemazón, llegando a ser dolorosa (Harvell y Bosland, 1997).

Su color en estado inmaduro es verde, morado, amarillo (en varios tonos), blanco y naranja y en estado maduro rojo (en varios tonos), púrpura oscuro, amarillo, naranja, café, negro, castaño o pardo oscuro dependiendo de la variedad (Nuez y Costa, 1996; Hernández *et al.*, 2004)



**Figura 1.** Variedades de ají amazónico

La maduración de un fruto es un proceso fisiológico y bioquímico irreversible, que está bajo control genético y hormonal, comprendido entre las fases de crecimiento (alta división celular) y senescencia; este proceso acompañado por múltiples cambios a nivel celular, más que por un aumento de tamaño, proporciona las características óptimas para su consumo (Wills *et al.*, 1998; Seymour *et al.*, 1993; Hernández *et al.*, 2004).





Figura 2. Maduración de ajíes rojos del Vaupés

El contenido de agua, que fue fundamental para el desarrollo del producto hortícola en la planta, se transforma en factor determinante para la proliferación de bacterias, levaduras y hongos, con el consiguiente deterioro de los productos. La situación del agua en el vegetal permite el desarrollo de la flora microbiana, si se encuentra disponible, es decir “libre”, y no asociada a solutos o coloides hidrófilos, como los gels de pectina (Guzmán et al., 2006). Durante el proceso de maduración, o envejecimiento, posterior a la cosecha, por la acción de enzimas, se desdoblan estos coloides, o macromoléculas, ocasionando dos procesos adversos:

a) Generación de los monómeros constituyentes: Generalmente azúcares simples (provenientes del almidón, pectinas, etc.) y aminoácidos (provenientes de la destrucción de las proteínas); ambos fuentes nutritivas para los microorganismos.

b) Transformación de “*agua ligada*”, en “*agua libre*”: Este fenómeno hace que las moléculas simples anteriores, pasen a estar en solución, algo imprescindible para que puedan ser metabolizadas por bacterias o levaduras.

Esto lleva a considerar el concepto de actividad del agua, generalmente simbolizada como  $a_w$  definida como el cociente entre la presión de

Ají deshidratado



vapor de agua en la solución (que dependerá de los solutos que integran el alimento) y la presión de vapor del agua a esa temperatura. Lo cual representa el principio fundamental del proceso de deshidratación.

## Generalidades del proceso de deshidratación

La operación de secado consiste en la eliminación parcial o total de humedad, agua u otro líquido presente en una sustancia. El secado ha sido, desde tiempos remotos, un medio de conservación de alimentos. El agua retirada durante este proceso, puede ser eliminada de los alimentos por simples condiciones ambientales o por una variedad de procesos controlados de deshidratación en los que se someten a técnicas que emplean diferentes medios como calor, aire, frío, y ósmosis (Camacho, 2007).

La eliminación de agua puede ser casi completa, en algunos casos el porcentaje de humedad final puede alcanzar valores de 1 al 5%, según el producto, buscando prevenir al máximo los cambios en el alimento. Inicialmente, se utilizó el secado al sol, que permitía retirar hasta un 15% de humedad. Sin embargo, este sistema no permitía controlar factores de deterioro en los alimentos, tales como pérdidas debidas al polvo, insectos y roedores, haciendo del producto un material susceptible a la contaminación. Por estas razones se prefiere realizar el secado en recintos interiores en donde las condiciones puedan ser controladas en forma más eficiente, teniendo en cuenta las necesidades de volúmenes y las características de calidad del producto final.

El secado artificial, conocido como deshidratación, implica un control de condiciones operacionales dentro de una cámara y sólo puede conseguirse mediante la transferencia de calor que debe alcanzar el calor latente de evaporación del producto a deshidratar y que el agua o el vapor de agua atraviese el alimento y lo abandone, lo cual permitirá prolongar su vida útil. Cuando el aire caliente entra en contacto con el alimento húmedo, su superficie se calienta y el calor transmitido se utiliza como el calor latente de evaporación, con lo que el agua que



contiene pasa a estado vapor. El vapor de agua, que atraviesa por difusión la capa de aire en contacto con el alimento, es arrastrado por el aire en movimiento, generándose sobre él, una zona de baja presión y creándose entre el aire y el alimento un gradiente de presión de vapor. Este gradiente proporciona la “fuerza impulsora” que permite eliminar el agua (Andrade y Martínez, 2004).

El secado de sólidos por transmisión de calor incluye dos procesos fundamentales y simultáneos: 1) se transmite calor para evaporar el líquido y 2) se transfiere masa en forma de líquido o vapor dentro del sólido y como vapor desde la superficie. Los factores que regulan las velocidades de estos procesos determinan la rapidez o el índice de desecación.

Los mecanismos mediante los cuales escapa el agua de la superficie del alimento son: Por capilaridad; Por difusión, provocadas por las diferencias en la concentración de solutos entre las distintas partes del alimento; Por difusión del agua, absorbida en diversas capas sobre la superficie de los componentes sólidos del alimento; Por difusión gaseosa, provocada por el gradiente de presión de vapor existente en el interior del alimento.

Por lo general, la deshidratación produce cambios físicos, químicos y sensoriales en los alimentos. Entre los cambios físicos están el encogimiento, endurecimiento y la termoplaticidad. Los cambios químicos contribuyen a la calidad final, tanto de los productos deshidratados como de sus equivalentes reconstituidos, por lo referente al color, sabor, textura, viscosidad, velocidad de reconstitución, valor nutritivo y estabilidad en el almacenamiento. Con frecuencia estos cambios ocurren solo en determinados productos, pero algunos de los principales tienen lugar en casi todos los alimentos sometidos a deshidratación, y el grado en que ocurren depende de la composición del alimento y la severidad del método de secado.

Al hacer referencia al método de obtención de calor para hacer efectiva la evaporación de la humedad, los secadores pueden ser clasificados directos o indirectos. En los secadores *directos* el calor se obtiene completamente por contacto directo de la sustancia con el gas caliente en el cual se presenta la evaporación. En los *indirectos*, el calor



se obtiene independientemente del gas que se utiliza para acarrear la humedad evaporada.

Así mismo, se debe tener en consideración la naturaleza de la sustancia a secar, para no causar daños como descomposición y quemaduras, especialmente en alimentos poco estables térmicamente. La forma física de la sustancia, el nivel de calidad que se puede alcanzar, el costo requerido y los diferentes procedimientos de manejo necesarios, son factores que inciden notoriamente en la elección del tipo de secador a usar.

Las variables que intervienen en la operación de secado son: temperatura, presión, humedad inicial y final del sólido, humedad inicial y final del aire, tamaño, área superficial y propiedades físicas del material a secar y tiempo de secado. Estos factores determinan la cinética de secado. La temperatura es una variable que debe ser estrictamente controlada debido a que determina la eficiencia del proceso. La finalización de la operación de secado está determinada por un equilibrio entre la presión de vapor de la humedad del sólido y el gas de secado. La humedad de equilibrio, contenido más bajo de humedad que puede alcanzarse en condiciones dadas de temperatura y humedad relativa.

Las operaciones de secado son de amplia importancia y utilización en muchos campos, y el estudio de su comportamiento refleja los fenómenos de transferencia de masa que se presentan; las curvas de contenido de humedad y rapidez de secado ponen en manifiesto este comportamiento y permiten el análisis del método y tipo secado utilizado. Por lo cual, mas adelante se describen las curvas de secado de las accesiones de ají estudiadas.

— 86 —



## Clases de deshidratación

**Deshidratación por aire caliente:** La deshidratación por aire puede realizarse por lotes o de forma continua, constando el equipo de: túneles, desecadores de bandeja u horno, desecadores de tambor o giratorios y desecadores neumáticos de cinta acanalada, giratorios, de cascada, torre, espiral, lecho fluidificado, de tolva y de cinta o banda. Estos equipos están diseñados de forma que suministren un elevado

flujo de aire en las fases iniciales del proceso, que luego se va reduciendo conforme se desplaza el producto sometido a deshidratación.

**Deshidratación por ósmosis:** La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas, cuentan con los elementos necesarios para inducir la osmosis. Estos elementos corresponden a la pulpa, que en estas frutas consiste en una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de estas membranas celulares se encuentran los jugos, que son soluciones diluidas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si esta fruta entera o en trozos se sumerge en una solución o jarabe de azúcar de 70%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno de ósmosis.

**Por atomización:** También conocida como deshidratación por rocío. Requiere la instalación de un ventilador de potencia apropiada, así como un sistema de calentamiento de aire, un atomizador, una cámara de desecación y los medios necesarios para retirar el producto seco. Mediante este método, el producto a deshidratar, presentado como fluido, se dispersa en forma de una pulverización atomizada en una contracorriente de aire seco y caliente, de modo que las pequeñas gotas son secadas, cayendo al fondo de la instalación. Presenta la ventaja de su gran rapidez.

**Liofilización:** Es un proceso en el que el alimento se congela y una vez congelado se introduce en una cámara de vacío para que se evapore el agua por sublimación. Permite que la deshidratación sea completa sin un aumento de temperatura que puede hacer variar la composición química. Se usa generalmente en la preparación comercial de antibióticos, de algunas vacunas y de muchos productos vegetales alimenticios y saborizantes. Es un proceso de congelación - desecación.

## Tipos de secadores

De acuerdo con Orrego (2007), la configuración de un secador es básicamente un conjunto de un alimentador, un calentador y un

Ají deshidratado



colector. Hay alimentadores de tipo tornillo sinfín, platos vibradores, mesas giradoras, etc. Las temperaturas máximas del aire están entre 648 a 760 °C en los calentadores directos y 425 °C para los indirectos.

## Secadores discontinuos (Batch)

-*Secador de Quemador*: Son construcciones de dos cuerpos separados por una placa perforada. La parte superior es la sección de secado y en la inferior se colocan los quemadores. Se usa para granos y café principalmente.

- *Secador de Bandejas*: El producto se coloca en bandejas que se ubican en un compartimiento aislado de exposición a aire caliente y seco. El calentador puede ser directo o indirecto (serpentines a vapor, intercambiadores o resistencias eléctricas). Se usan velocidades de aire entre 2 y 5 m/s. Su principal problema es la no uniformidad del secado entre bandejas en distintas ubicaciones. El alimento que se va a secar se coloca en capas delgadas (1 a 6cm de espesor) en una bandeja; puede estar en forma sólida (continua o discreta). El aire se calienta y circula entre las bandejas en flujo cruzado como en la figura 3, o en flujo a través de bandejas perforadas (perpendicular al plano de ellas); parte del aire se recircula para un mejor aprovechamiento a costa de algo de la eficiencia de secado.

Se busca que la circulación del aire sea homogénea, situación que se alcanza en alguna medida en equipos bien diseñados. Pueden operarse al vacío lo que incrementa la velocidad de secado pero encarece la operación por el costo de la inversión y operación del sistema de vacío.



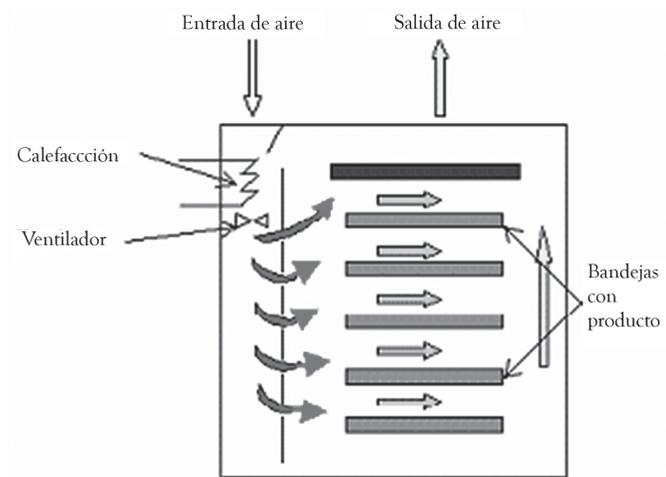


Figura 3. Esquema de un secador de bandejas

## Secadores continuos

- *Secador Rotatorio*: Es un cilindro horizontal que rota alrededor de su eje principal. El producto húmedo entra por un extremo y se mueve hacia delante por una combinación de la acción de la gravedad y el arreglo de baffles dentro del cilindro. A medida que este rota el aire atraviesa el producto cuando el cae. Los alimentos que se secan en este equipo son polvos o granulados como el azúcar refinada, el almidón de maíz o el arroz.

- *Secadores de Tunel*: Los secadores de tunel son muy comunes en la deshidratación de alimentos. Pueden configurarse en paralelo y contra corriente siendo la primera la más suave para el producto mientras que, en la segunda, el contacto del aire más caliente con el producto seco propicia el endurecimiento de su superficie. Pueden alcanzar hasta 24m de longitud y consisten en una cabina en la que hay un mecanismo de rieles que mueven carros con producto a lo largo de ella. El proceso es entonces semi continuo.

- *Secador de Banda*: En este tipo el movimiento del producto se hace mediante una banda transportadora. La configuración más común es la de flujo transversal de aire.

Ají deshidratado



## Tecnología seleccionada

El uso de la deshidratación por aire caliente (Figura 4) y la instalación del secador de bandejas resulta ser una excelente alternativa de industrialización del ají Amazónico, por las ventajas que presenta, tanto para las condiciones de trabajo de la región como para el producto terminado; es una tecnología que reduce el peso y el volumen del producto, y, consecuentemente, reduce los costos de transporte, almacenamiento y conservación.



— 90 —

**Figura 4.** Secador de bandejas utilizado para el secado de las tres accesiones: Ají amarillo, Ají rojo y verde.



### Descripción del producto final

El producto es empacado al vacío en bolsas de polietileno de baja densidad y se estima que el tiempo de durabilidad es de 18 meses, almacenado en un lugar seco y fresco. Las principales características importantes se describen en la tabla 1. En las Figura 5 se observa la presentación del producto, troceado y molido.



**Figura 5.** Presentación del producto final: (A) Ají deshidratado cortado (B) Ají deshidratado y molido.

<b>Tabla 1.</b>	<b>Descripción del producto final</b>
<b>AJÍ AMAZÓNICO DESHIDRATADO</b>	
Características importantes del producto final	En polvo y entero Humedad = 55% Acidez = pH = 5,3
Cómo se utilizará el producto	Se puede consumir directamente sobre alimento o como ingrediente en la preparación de salsas picantes.
Envasado	En bolsa de polietileno de baja densidad PEBD sellada al vacío.
Duración en el mercado (vida comercial)	El producto tiene una vida comercial de 18 meses conservado en un lugar fresco y seco.
Instrucciones para etiquetado	Manténgase en un lugar fresco y seco. Fecha de vencimiento.
Control especial de distribución	Mantener lejos de sustancias que impartan aromas o sabores desagradables, o de aquellas que puedan ser susceptibles de adquirir aromas o sabores picantes.

## Propiedades del producto final

El producto presenta propiedades fisicoquímicas importantes que se describen en la tabla 2, se observa que los niveles de humedad remanente del producto alcanzan valores de 8 a 12%, logrando una calidad aceptable en el proceso de deshidratación, y menos susceptible a contaminación microbiológica.

— 91 —



<b>Tabla 2.</b>	<b>Propiedades fisicoquímicas de las tres accesiones de ají deshidratado</b>		
<b>Accesión</b>	<b>Humedad final del producto (%) *</b>	<b>pH</b>	<b>% Acidez</b>
Ají amarillo	8.11	5.36	2.06%
Ají rojo	12.22	5.26	1.58%
Ají Verde	8.36	5.52	1.45%

\* Se tomó una muestra representativa de cada accesión de ají deshidratado y se llevó a una mufla sometiéndola a secado a 60°C de temperatura y presión atmosférica, hasta registrar peso constante.

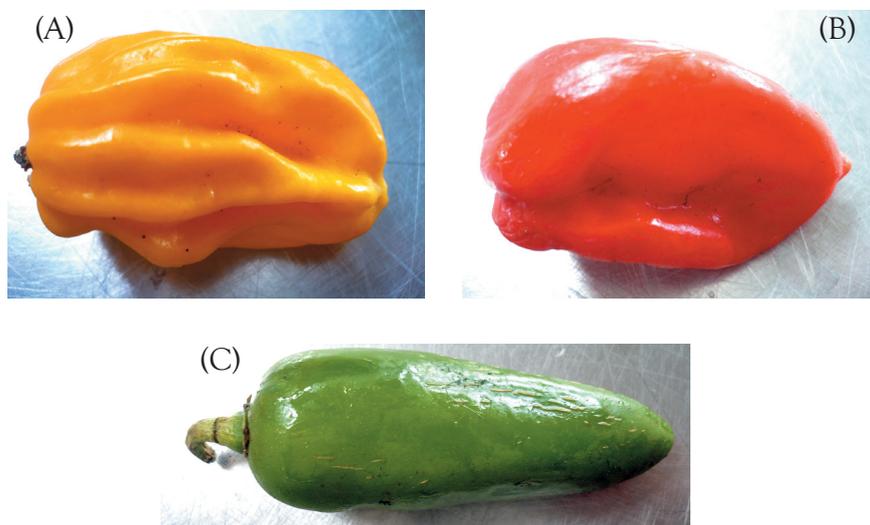
**Ají deshidratado**

La **higroscopicidad y/o rehidratación** es una consecuencia de la deshidratación de alimentos y está relacionada con la dificultad en la rehidratación. Las causas son de origen físico y químico, teniendo en cuenta por una parte el encogimiento y la distorsión de las células y los capilares y por otra, la desnaturalización de las proteínas ocasionada por el calor y la concentración de sales. En estas condiciones estas proteínas de las paredes celulares no podrán absorber tan fácil de nuevo el agua, perdiendo así la turgencia y alterando la textura que caracteriza a un determinado alimento. (ver esto en el producto final).

### Metodología de deshidratado de ají

Se realizó el secado de tres variedades de ají amazónico: Ají amarillo, Ají rojo y Ají verde (Figura 6), con el fin de determinar humedad total, rapidez de secado, tiempo y temperatura óptimas del proceso y rendimiento de los frutos de ají frescos (Figura 7), en la elaboración de ají deshidratado, teniendo en cuenta que el proceso de deshidratación de alimentos ha sido una alternativa ampliamente usada en la conservación de alimentos.

— 92 —



**Figura 6.** Frutos frescos de ají amazónico de las variedades Ají amarillo (A) Ají rojo (B) y Ají verde (C).

Se utilizó un secador de bandejas de malla fina de acero inoxidable que emplea un método de secado directo, flujo de aire transversal, garantizando mayor contacto del producto con el aire que circula a través de las bandejas que lo contienen, por lo tanto, este esquema del secador hace que el tiempo de secado sea corto.

Durante el proceso, se llevan a cabo una serie de etapas en las cuales se acondiciona el producto para disponerlo en las bandejas e iniciar la operación de secado (Figura 8).. Estas etapas previas son necesarias para garantizar la inocuidad del alimento, destruir microorganismos e inactivar enzimas que pueden deteriorarlo, así mismo, para hacer que el producto sea sensorialmente más atractivo al consumidor.

Es importante destacar que un parámetro crítico en el proceso de secado es el tamaño del material a secar, ya que un cambio en el tamaño puede aumentar o disminuir el tiempo de secado considerablemente. Por esta razón, se realizó el troceado (Figura 9), de las diferentes variedades de ají en forma de rodajas de 1 cm de espesor, lo cual disminuyó el tiempo de operación (Figura 10).



**Figura 7.** Frutos frescos de ají amazónico de las variedades Aji amarillo (A) Aji rojo y verde (B) aptos para procesar.



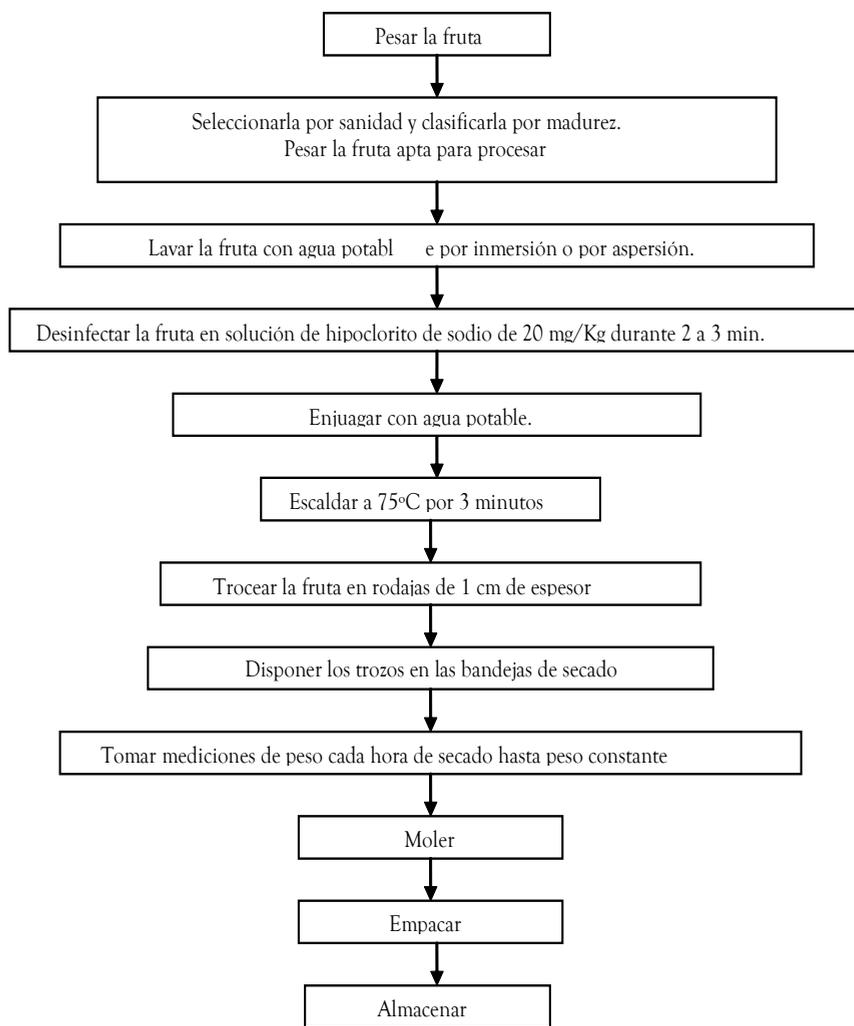
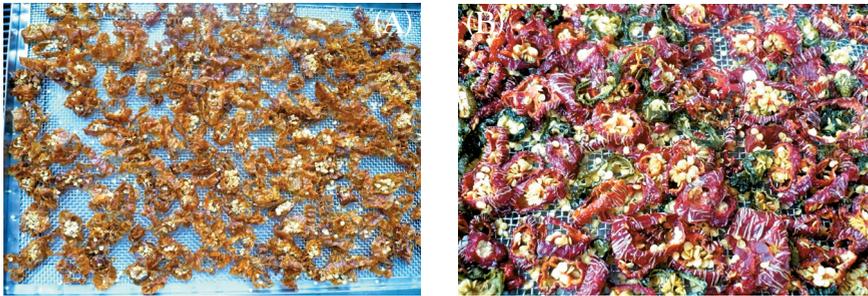


Figura 8. Diagrama de Procesamiento de ají deshidratado



**Figura 9.** Frutos de ají amazónico de las variedades Ají amarillo (A) verde y Ají rojo (B) troceados y dispuestos en las bandejas a la hora cero de secado.



**Figura 10.** Frutos de ají amazónico de las variedades Ají amarillo (A) verde y Ají rojo (B), al momento final de secado.

Una vez deshidratado, el ají pasó a la etapa de molienda, el producto se introduce en la tolva de alimentación para ser triturado por un molino corona y se recoge en bolsas plásticas para luego empacarlo en las bolsas de polietileno de baja densidad.

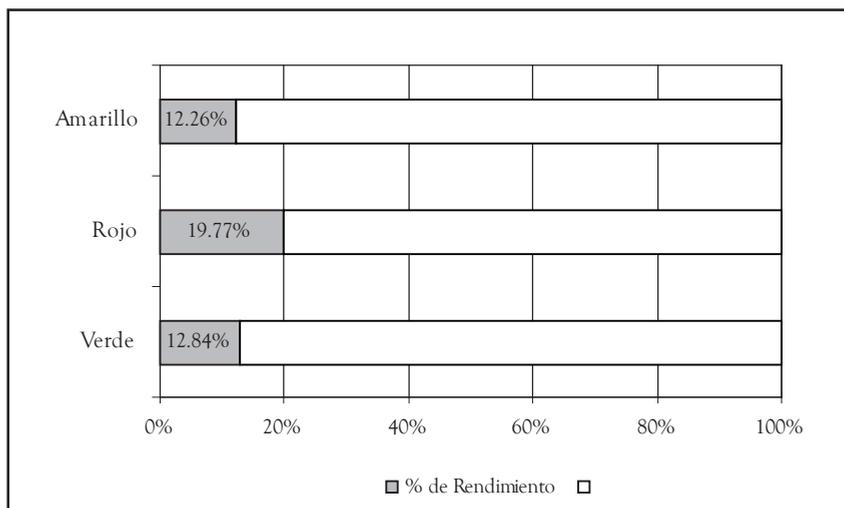
## Determinación del contenido de humedad del ají

El porcentaje de humedad de los frutos de ají amazónico de las variedades en estudio es alto, se encuentran entre 80 y 90% como se observa en la Tabla 3, siendo los de mayor contenido de humedad, los de las variedades Ají amarillo y verde.

Ají deshidratado



El alto porcentaje de agua en estos frutos es relevante a la hora de calcular el rendimiento de los frutos frescos en la elaboración de productos procesados como ají deshidratado, (ver **Figura 11**), ya que se necesita gran cantidad de materia prima en la obtención del producto final.



**Figura 11.** Rendimiento de ají amazónico de tres variedades, en el procesamiento de ají deshidratado.

Tabla 3.	Análisis fisicoquímicos de las tres variedades de ají en fresco		
	Accesión	Humedad Total (%)	pH
Ají amarillo	88,40	2.8	1.3
Ají rojo	81,50	2.6	1.2
Ají Verde	87,50	2.8	1.1

### Elaboración de las curvas de secado

Realizando el balance de masa correspondiente se puede determinar el contenido de humedad (X) expresado como una relación entre la masa de agua presente y la masa de sólido seco a través del tiempo.

A partir de los datos obtenidos, se grafican las curvas de contenido de humedad y rapidez de secado para cada una de las variedades de ají.

Tabla 4.	Condiciones de operación
Temperatura de la cámara de secado (°C)	65
Tiempo de secado (horas)	6

En la figura 12, se evidencian los dos periodos característicos de una operación de secado, el primero con una velocidad constante de secado y hacia el tiempo final, un periodo de velocidad decreciente de secado. Es decir, durante las primeras dos horas de secado, los frutos pierden mayor cantidad de agua; a medida que transcurre el tiempo, está pérdida se hace cada vez menor. La finalización del proceso de secado lo determina el momento en el cual el peso de cada lecho de ají se mantiene constante, cuando la humedad es casi nula en el producto.

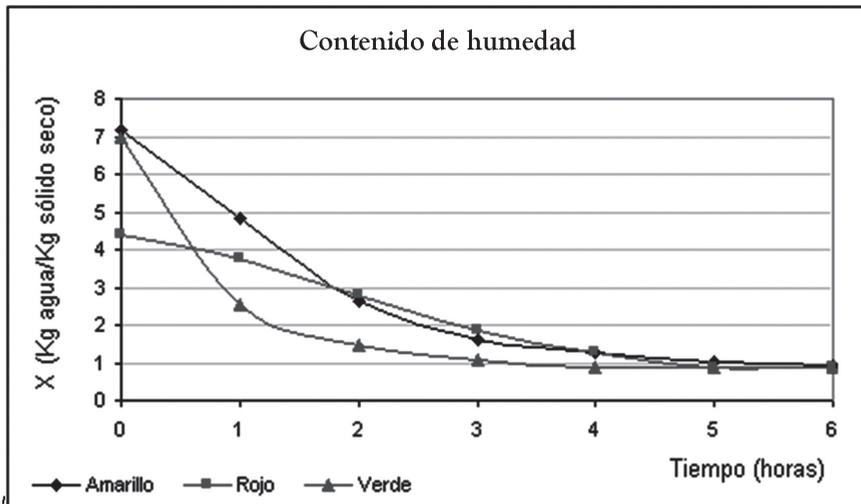


Figura 10. Contenido de humedad en función del tiempo

La rapidez de secado (flux) expresada como:

$$N = -\frac{S_s}{A} \frac{dX}{dt} \quad \text{Ecuación 1 (Treybal, 1994)}$$

Ají deshidratado



Se calcula obteniendo  $dX/dt$  para cada uno de los puntos en el tiempo de donde se puede obtener la figura 13, que pone en manifiesto las distintas zonas de secado mencionadas anteriormente por las que atraviesa la muestra a medida que la humedad disminuye.

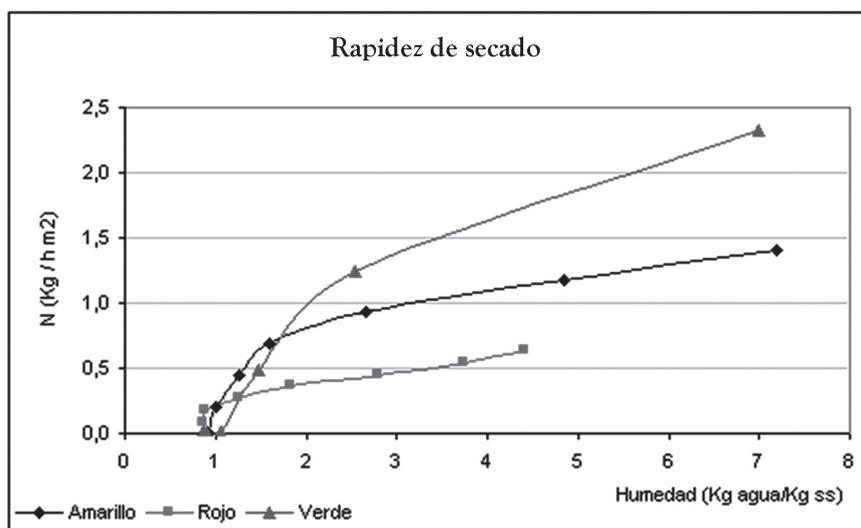


Figura 13. Rapidez de secado en función del contenido de humedad

El ají verde presenta la mayor rapidez de secado entre las variedades analizadas. El ají rojo a pesar de ser la variedad que presenta menor porcentaje de humedad, tiene una baja rapidez de secado, por lo tanto, pierde menor cantidad de agua por unidad de área en un determinado tiempo.

### Análisis proximal

A partir del análisis proximal se establece la información nutricional del producto terminado, la cual está expresada para 100g de muestra (Tablas 5 y 6).



<b>Tabla 5.</b>	<b>Resultados obtenidos del análisis proximal de ají.</b>
Análisis Proximal	<b>Resultados</b>
Humedad (%m/m)	87.2
Proteína (%m/m)	1.1
Grasa (%m/m)	0.7
Fibra cruda (%m/m)	3.0
Carbohidratos (%m/m)	7.2
Cenizas (%m/m)	0.8
Kilocalorías, en 100g	39

La información nutricional se expresa para una porción de 15g y se compara con el porcentaje de valor diario (% VD), el cual está basado en una dieta de 2000 kcal/día (niños mayores de 4 años y adultos). Su valor diario puede ser más alto o más bajo dependiendo de las calorías que se necesiten.

## Análisis microbiológico

— 99 —



<b>Tabla 6.</b>	<b>Resultados obtenidos del análisis microbiológico en las tres accesiones de ají.</b>	
<b>Accesión</b>	<b>Análisis microbiológicos</b>	<b>Resultado</b>
<b>Ají amarillo</b>	Mesófilos Aerobios ufc/g o mL	<3
	Mohos y Levaduras ufc/g o mL	<3
	Estafilococo Coagulasa (+) ufc/g o mL	-
	Bacillus cereus ufc/g o mL	-
	Esporas de Clostridium sulfito reductor ufc/g o mL	-
	Esporas Anaeróbicas ufc/g o mL	-
	Coliformes /g o mL	-
	Coliformes Fecales /g o mL	-
	Determinación Salmonella en 25 g	-

Ají deshidratado



## Evaluación Sensorial

Se conformó un panel sensorial, con el fin de evaluar las características de apariencia, color, aroma y sabor de tres accesiones diferentes de ají amazónico, simultáneas e independientes entre sí: *Ají rojo*, *amarillo* y *Verde*, mediante una escala hedónica de nueve puntos.

En la evaluación sensorial del sabor de las muestras, se analizó básicamente la pungencia o fuerza de picante de estas tres accesiones diferentes mediante una escala hedónica de 5 puntos, evaluando la presencia o no, de la sensación de quemadura en la boca de los panelistas, y qué tan picantes son estos tipos de ají comparados con otras especias picantes que consumen normalmente (Figura 14).

Ají rojo	Mesófilos Aerobios ufc/g o mL	<3
	Mohos y Levaduras ufc/g o mL	<3
	Estafilococo Coagulasa (+) ufc/g o mL	-
	Bacillus cereus ufc/g o mL	-
	Esporas de Clostridium sulfito reductor ufc/g o mL	-
	Esporas Anaeróbias ufc/g o mL	-
	Coliformes /g o mL	-
	Coliformes Fecales /g o mL	-
	Determinación Salmonella en 25 g	-
Ají Verde	Mesófilos Aerobios ufc/g o mL	<3
	Mohos y Levaduras ufc/g o mL	<3
	Estafilococo Coagulasa (+) ufc/g o mL	-
	Bacillus cereus ufc/g o mL	-
	Esporas de Clostridium sulfito reductor ufc/g o mL	-
	Esporas Anaeróbias ufc/g o mL	-
	Coliformes /g o mL	-
	Coliformes Fecales /g o mL	-
	Determinación Salmonella en 25 g	-

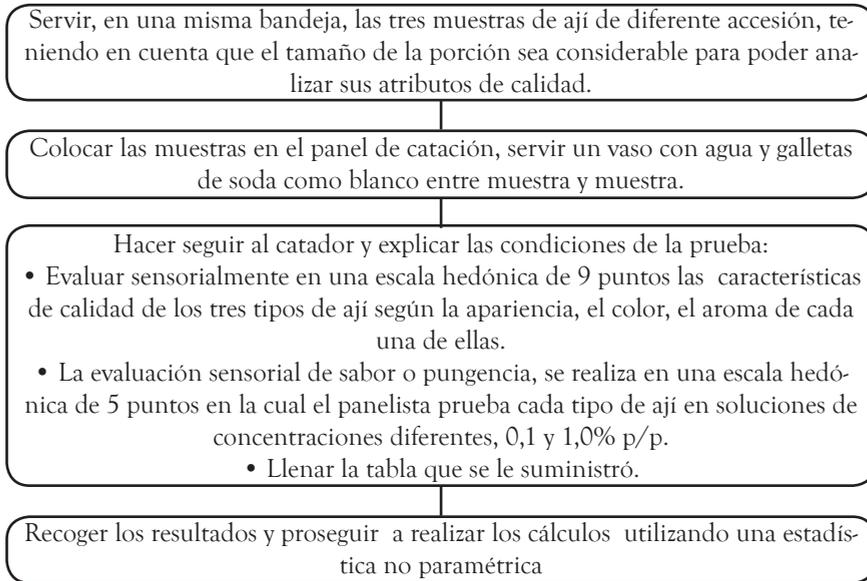


Figura 14. Diagrama de Procedimiento de la prueba sensorial de ají deshidratado

Formato suministrado a los catadores para evaluar las características de apariencia, color, aroma y sabor (pungencia) de ají de tres accesiones diferentes.

Fecha, \_\_\_\_\_ Muestra No. \_\_\_\_\_

**APARIENCIA**

1	5	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta mucho

**COLOR**

1	5	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta mucho

**AROMA**

1	5	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta mucho

Ají deshidratado



**SABOR**

1. ¿Qué tan pungente encuentra usted la solución de ají?

1     5  
Nada pungente Extremadamente pungente

2. ¿Detecta en esta muestra la sensación de quemadura en la boca?

SI NO

3. Cómo es la fuerza de la solución de ají comparada con la de las especias picantes que consume normalmente?

1       7  
Muy suave Muy picante

Formato suministrado a los catadores para determinar la frecuencia de consumo de ají

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_



1. Con qué frecuencia consume productos que contienen ají?

1          9  
> 3 veces 2 veces 1 vez 5-6 veces 3-4 veces 1-2 veces 2-3 veces 1 vez Nunca  
al día al día al día semana semana semana al mes al mes o rara vez

2. Qué tan agradable encuentra la presencia de ají en sus alimentos?

1         9  
Extremadamente agradable Extremadamente desagradable

3. Qué tanto le gusta la sensación de calor que se produce al consumir alimentos con ají?

1         9  
Me gusta extremadamente Me disgusta extremadamente

4. La adición de ají en sus comidas le hace mejorar el gusto por el alimento?

1 9  
           
Completamente Completamente  
de acuerdo en desacuerdo

5. Encuentra las comidas sin ají demasiado suaves o insípidas?

1 9  
           
Completamente Completamente  
de acuerdo en desacuerdo

6. Le desagrada evaluar el sabor de los alimentos cuando éstos contienen ají?

1 9  
           
Completamente Completamente  
de acuerdo en desacuerdo

La accesión que presenta mayor sensación de picante en los panelistas fue la correspondiente a Ají amarillo, que aún en bajas concentraciones fue considerada como muy picante. La accesión menos pungente fue la de ají Verde, la cual no presentó sensación de quemadura en la boca a una concentración de 0.1%, mientras que a 1,0% se calificó como medianamente picante. La mejor calificación de color del producto, la obtuvo la accesión Ají rojo.

Mediante la aplicación del método estadístico de Kruskal Wallis, que compara tres muestras simultáneas e independientes entre sí, utilizando estadística no paramétrica, con una probabilidad de error de 5%, según las tablas estadísticas de la "Distribución chi cuadrado", se obtienen los siguientes resultados.

De los resultados obtenidos de la encuesta de frecuencia de consumo (Figura 15), se evidencia que el 55,5% de la población evaluada consume ají una o dos veces al día, mientras que el porcentaje restante lo hace con una frecuencia menor aunque mínimo una o dos veces por semana. Además el 89% de los catadores evaluados encuentran agradable la presencia de ají en los alimentos, otorgando el 44,4% de ellos su calificación como extremadamente agradable.

Ají deshidratado



Así mismo, al 89% de los panelistas les gusta la sensación de calor que se produce cuando consumen alimentos con ají, lo que hace también mejorar el gusto por los alimentos, el porcentaje restante, considera que ni le gusta ni le disgusta dicha sensación.

El 33% de la población evaluada encuentra las comidas sin ají demasiado suaves, mientras que el 44,4% está en desacuerdo con esta afirmación.

Ningún catador señaló como desagradable probar alimentos con ají.

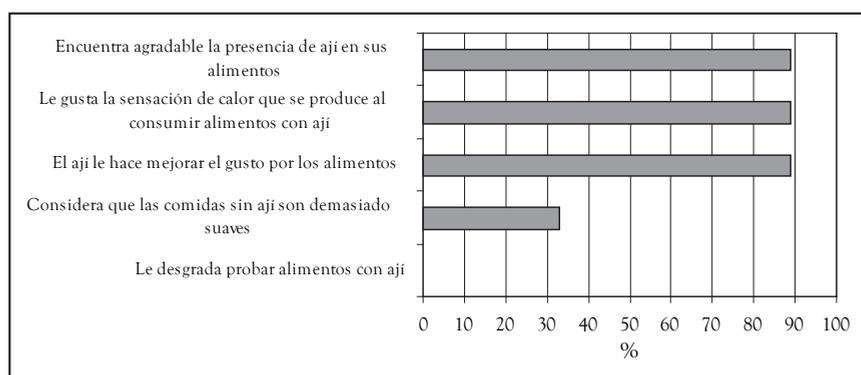
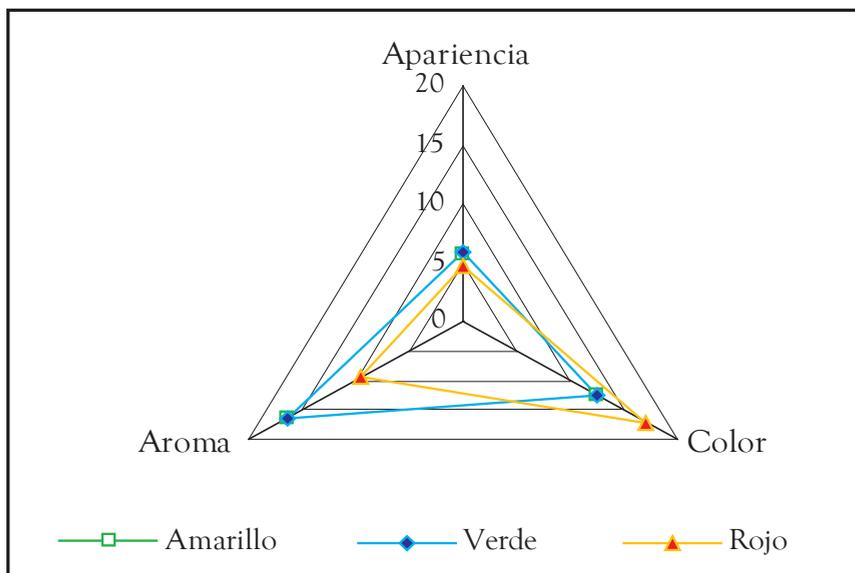


Figura 15. Resultados de frecuencia de consumo de ají en la población evaluada

Según el análisis estadístico realizado, se observa (Figura 16) que las muestras de ají amazónico de las accesiones *Ají Verde* y *Ají amarillo* presentaron resultados similares en cuanto a sus características de apariencia, color y aroma. La muestra de la accesión *Ají rojo* fue significativamente más atractiva para los panelistas en cuanto a su color, aunque en lo referente al aroma fue menos agradable que las otras dos accesiones, en las cuales los panelistas destacaron su aceptación en el aroma del producto. La apariencia de los tres tipos de ají amazónico tiene relativamente la misma aceptación en los catadores evaluados aunque la calificación no es muy buena, es decir, simplemente les gusta, sin que este gusto sea extremo.

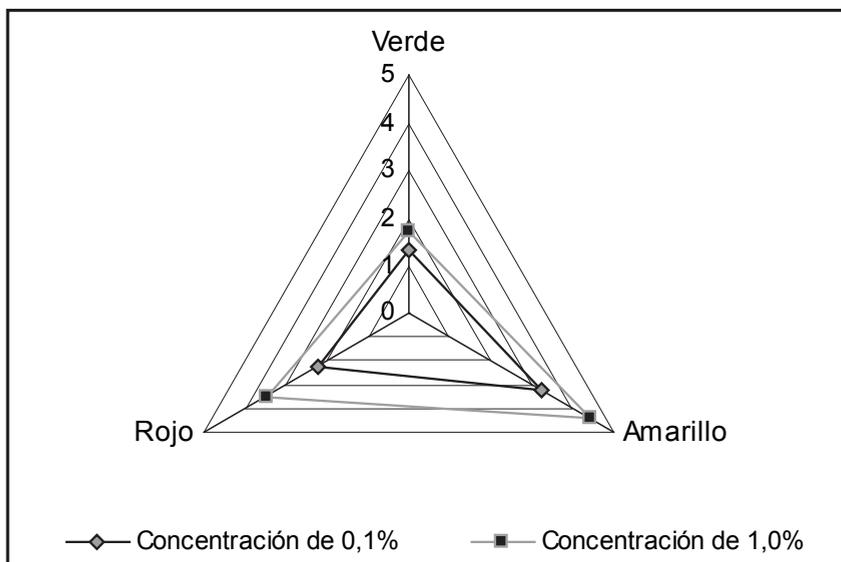


**Figura 16.** Diagrama de tela de araña del perfil sensorial en sus características de apariencia, color y aroma de tres muestras de ají de diferentes accesiones, independientes entre sí y evaluadas simultáneamente.



Al comparar el picante de cada una de las accesiones de ají (Figura 17), evaluadas a dos concentraciones diferentes, se evidencia que la accesión más pungente es la correspondiente a Ají amarillo, que se hace notoria aún a concentraciones muy bajas 0.1%p/p. No ocurre lo mismo con la accesión de ají Verde en la cual la pungencia es baja aún siendo evaluada a una concentración de 1,0%p/p, por lo tanto, se necesita gran cantidad de ají para provocar en el panelista la sensación de picante o de quemadura en la boca, y aún así, la diferencia de picante es marcada entre éstas dos accesiones. Las muestras de la accesión *Ají amarillo* presentan una pungencia intermedia siendo la fuerza de picante proporcional a la concentración de la solución

De manera semejante, en la Figura 18, se observa que la sensación de quemadura en la boca sólo se presenta en las accesiones Ají amarillo y Ají rojo, siendo la primera mucho más marcada como se mencionó anteriormente. El 100% de la población evaluada manifestó no sentir esta sensación al probar la muestra correspondiente a ají



**Figura 17.** Diagrama de tela de araña del perfil sensorial de picante (pungente) de tres muestras de ají de diferentes accesiones, independientes entre sí y evaluadas simultáneamente, a dos concentraciones diferentes.

— 106 —

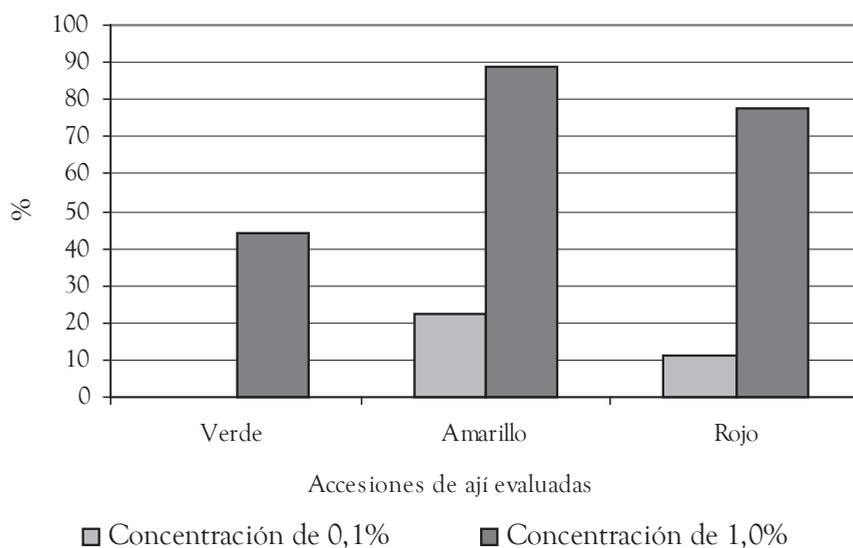


*Verde.* El 89% de los panelistas evaluaron el producto proveniente de la accesión Aji amarillo como extremadamente picante.

La pérdida parcial de componentes volátiles y de sabor es otro efecto de la deshidratación. Por esto, es importante estudiar y emplear algún método para atrapar y condensar los vapores producidos en el secador y devolverlos al producto secado.

## Buenas prácticas de manufactura

De acuerdo con el Decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud, las buenas practicas de manufactura son los principios básicos y practicas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.



**Figura 18.** Porcentaje de la población evaluada que presentó la sensación de quemadura en la boca al probar las muestras de aji de tres accesiones diferentes en concentraciones de 0,1% y 1,0% p/p cada una

En una fábrica de alimentos, una forma de garantizar las condiciones sanitarias y de disminuir los riesgos referidos en el decreto, es mediante la implementación de un sistema de control y aseguramiento de la calidad, el cual debe ser esencialmente preventivo y cubrir todas las etapas de procesamiento del alimento, desde la obtención de materias primas e insumos, hasta la distribución de productos terminados. El sistema como mínimo debe considerar los siguientes aspectos:

- Especificaciones sobre las materias primas y productos terminados. Las especificaciones definen completamente la calidad de todos los productos y de todas las materias primas con los cuales son elaborados y deben incluir criterios claros para su aceptación y liberación o retención y rechazo.
- Documentación sobre planta, equipos y proceso. Se debe disponer de manuales e instrucciones, guías y regulaciones donde se describen los detalles esenciales de equipos, procesos y procedimientos requie-



ridos para fabricar productos. Estos documentos deben cubrir todos los factores que puedan afectar la calidad, manejo de los alimentos, del equipo de procesamiento, el control de calidad, almacenamiento y distribución, métodos y procedimientos de laboratorio.

- Los planes de muestreo, los procedimientos de laboratorio, especificaciones y métodos de ensayo deberán ser reconocidos oficialmente o normalizados con el fin de garantizar o asegurar que los resultados sean confiables.
- El control y el aseguramiento de la calidad no se limita a las operaciones de laboratorio sino que debe estar presente en todas las decisiones vinculadas con la calidad del producto.

En el aspecto de documentación, presentamos una guía básica de documentación, denominada Programa Buenas Prácticas de Manufactura de Ají Deshidratado CUDAVIO (Anexo 1), diseñado para la empresa Agrovaupés, para lo cual, se presentan las consideraciones de diseño.

El programa de Buenas Prácticas de Manufactura, BPM, es único y exclusivo de la planta que lo diseña, ya que los documentos que lo acompañan priorizan las operaciones que afectan directamente la inocuidad del producto. Se espera que sea un comienzo para la implementación de un sistema HACCP. Su punto de partida es el conocimiento de los procesos tecnológicos, es decir, conocer muy bien cada una de las etapas de los procesos para identificar los factores de riesgo de contaminación y posteriormente documentar el programa de acuerdo con esta identificación. Una vez que y actualizarlo según los cambios de las instalaciones, de equipos y de procesos. Cada uno de los documentos deberán incluir indicadores que permitirán en el tiempo, evaluar y verificar el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura en la empresa.

Para estructurar el programa BPM de una empresa es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- La estructura organizacional de la empresa con el fin de definir funciones y responsabilidades.



- Los procesos tecnológicos.
- La principal guía es el Decreto 3075/97 del Ministerio de Salud.
- El diseño de las instalaciones físicas y sanitarias
- El funcionamiento diario de la planta
- Integralidad del programa con sistemas como HACCP, salud ocupacional y medio ambiente.

Actualmente, se busca que los sistemas sean integrales donde se cubra en un solo sistema las buenas practicas de manufactura, HACCP, aseguramiento de calidad, salud ocupacional y medio ambiente. Sin embargo esta integralidad se dará en la medida que la empresa cuente con una visión clara de negocio y de conocimiento de estos sistemas mencionados.





# Anexo 1

AGROVAUPES PROGRAMA BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA DE AJÍ DESHIDRATADO		
Fecha de elaboración:	Octubre de 2007	
Elaborado por:	Instituto -SINCHI- Grupo Frutales Promisorios de la Amazonia	
Aprobado por:	Gerente	

## Objetivo

Evitar la contaminación microbiana y física de los deshidratados de ají, teniendo en cuenta que son productos alimenticios para consumo humano.

## Alcance

Todas las etapas del proceso tecnológico de deshidratación de ají.

## Descripcion del programa

Este programa tiene su estructura basada en los siguientes requisitos:



Los documentos que conforman cada requisito son:

1. **Diseño sanitario:** Describe la distribución de planta y el diseño de instalaciones.
2. **Personal manipulador:** Procedimiento de prácticas de personal manipulador donde se describen las actividades para garantizar la higiene y limpieza de manipuladores. A si mismo los cuidados que deben tener los visitantes al ingresar a las áreas de proceso y fabricación. Los temas que se tratan son: Higiene y limpieza, Dotaciones y Control de visitantes.
3. **Condiciones de saneamiento:** Describe las actividades de limpieza y desinfección.
4. **Condiciones de proceso y fabricación:** Describe el proceso en diagramas de flujo y los procedimientos para la fabricación de producto. También incluye el procedimiento que se debe seguir para la recepción de materias primas.

— 112 —



## Definiciones

**Actividad acuosa (Aw):** Es la cantidad de agua disponible en un alimento necesaria para el crecimiento y proliferación de microorganismos.

**Alimento contaminado:** Alimento que contiene agentes y/o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales, o en su defecto en normas reconocidas internacionalmente.

**Alimento de mayor riesgo en salud pública:** Alimento que, en razón a sus características de composición especialmente en sus contenidos de nutrientes, Aw actividad acuosa y pH, favorece el crecimiento microbiano y por consiguiente, cualquier deficiencia en su proceso, manipulación, conservación, transporte, distribución y comercialización, puede ocasionar trastornos a la salud del consumidor.

**Ambiente:** Cualquier área interna o externa delimitada físicamente que forma parte del establecimiento destinado a la fabricación, al procesamiento, a la preparación, al envase, almacenamiento y expendio de alimentos.

**Autoridad sanitaria competente:** Por autoridad competente se entender al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA y a las Direcciones Territoriales de Salud, que, de acuerdo con la Ley, ejercen funciones de inspección, vigilancia y control, y adoptan las acciones de prevención y seguimiento para garantizar el cumplimiento a lo dispuesto en el decreto 3075 de 1997.

**Buenas practicas de manufactura:** Su abreviatura es BPM y son principios básicos y practicas generales de higiene en la manipulación , preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

**Certificado de inspección sanitaria:** Es el documento que expide la autoridad sanitaria competente para los alimentos o materias primas importadas o de exportación, en el cual se hace constar su aptitud para el consumo humano.

**Desinfección - descontaminación:** Es el tratamiento físico-químico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento con el fin de destruir las células vegetativas de los microorganismos que pueden ocasionar riesgos para la salud pública y reducir substancialmente el número de otros microorganismos indeseables, sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento.

**Diseño sanitario:** Es el conjunto de características que deben reunir las edificaciones, equipos, utensilios e instalaciones de los establecimientos dedicados a la fabricación, procesamiento, preparación, almacenamiento, transporte, y expendio con el fin de evitar riesgos en la calidad e inocuidad de los alimentos.

**Equipo:** Es el conjunto de maquinaria, utensilios, recipientes, tuberías, vajillas y demás accesorios que se empleen en la fabricación, procesamiento, preparación, envase, fraccionamiento, almacenamiento, distribución, transporte, y expendio de alimentos y sus materias primas.

Ají deshidratado



**Higiene de los alimentos:** Son el conjunto de medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad, limpieza y calidad de los alimentos en cualquier etapa de su manejo.

**Limpieza:** Es el proceso o la operación de eliminación de residuos de alimentos u otras materias extrañas o indeseables.

**Manipulador de alimentos:** Es toda persona que interviene directamente y, aunque sea en forma ocasional, en actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte y expendio de alimentos.

## Responsabilidades

**Gerente:** Profesional que garantizará los recursos financieros y humanos para el cumplimiento del presente programa.

**Ingeniero industrial, de alimentos o químico:** Profesional que dirigirá el desarrollo del programa y que evaluará su cumplimiento ante la gerencia de la planta.

**Personal técnico:** Personal que será capacitado para cumplir con las prácticas de higiene y limpieza en la planta y quien en adelante se denominará manipulador.

## Entrenamiento

Mantener un programa de entrenamiento de personal en Buenas Prácticas de Manufactura con el fin de concienciar a los manipuladores y demás personal de la planta en los temas de inocuidad de alimentos, prácticas de higiene y limpieza, entre otros.

## Registros

Mantener los registros del programa BPM de ají deshidratado de forma veraz y actualizada para controlar y evaluar el cumplimiento del mismo.



## Referencias

Decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud.  
Manual de manejo poscosecha de ají.

## Anexos

Procedimientos que soportan el programa BPM de ají deshidratado  
Organigrama de Agrovaupes  
Distribución de planta



## Literatura consultada

- Andrade, J.M. y Martínez, J.A. **Industrialización de accesiones promisorias de ají amazónico (*Capsicum* spp)** colección --SINCHI--. Universidad de la Amazonia, Programa de Ingeniería de alimentos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas --SINCHI--, Florencia. 2004.
- Arcos, A.L., Becerra, M.T., Benitez, A.M., Díaz, J.A. 2004. **Diagnóstico y caracterización de la cadena de valor de frutales amazónicos**. Informe Final. Instituto Alexander Von Humboldt. Ed. Instituto von Humboldt, Bogotá, 120p.
- Arias, J. y Melgarejo, L.M. **Ají. Historia, diversidad y usos**. Instituto Amazónico de investigaciones científicas --SINCHI--, Ministerio de ambiente y Colciencias. 29p. 2000.
- Barrera, J.A.; Hernández, M.S.; Gonzales, D.V.; Bardales, X.L.; Carrillo, M.P. **Manual para el cultivo de ají (*Capsicum*) en la Amazonia Colombiana**. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas---SINCHI--, 2006.
- Camacho O., Guillermo. **Curso de Procesamiento y Conservación de Frutas**, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA, Bogotá, D.C., 2007.
- Fennema O.R. 1975 "Principles of Food Science" Part II Physical Principles of Food Preservation. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Guzmán R., Torán R., Guzmán P. y Casares R. **Método Simplificado para Estimar la Actividad del Agua en Deshidratación de Hortalizas**. In: Investigación y Desarrollo. 27:2006.
- Harvel, K., Bosland, P. **The environment produces a significant effect on pungency of chiles**. HortScience 32 (7): 1292. 1997.
- Hernández, M.S.; Melgarejo, L.M.; Barrera, J.A.; Bardales, X.L.; Carrillo, M. **Caracterización y Usos Potenciales del Banco de Germoplasma de Ají Amazónico**. Eds. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas---SINCHI--, Universidad Nacional de Colombia, 2004.



- Hernández, M.S.; Barrera J.A.; Carrillo M.P.; Bardales X.L.; Martínez O., Fernández-Trujillo, J.P. **Frutos Tropicales Minoritarias de Alto Potencial en el Trópico**. In: Actas de Horticultura n° 48. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. XI Congreso SECH. Albacete, 2007.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas--SINCHI--.  
**Manejo y transformación de frutales nativos de la Amazonia**. In: Revista Colombia Amazónica, pag. 191, 2006.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas--SINCHI--,  
Gobernación del Vaupés, Agrovaupés. **Informes de avance Proyecto Fortalecimiento de iniciativas empresariales del departamento de Vaupés a partir de especies nativas de la región**. Diciembre 2006-Septiembre 2007.
- McCABE & SMITH, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, Cuarta edición, Editorial Mc Graw Hill, 1991.
- Melgarejo, L., F. Rodríguez, M. Giraldo, G. Cardona, M. Celis y J. Arias. **Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de especies promisorias de la Amazonía Colombiana pertenecientes al género Capsicum para su conservación y uso**. Informe entregado a Colciencias. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas --SINCHI--. Informe COLCIENCIAS, pag. 121, 2000.
- Nuez, F.; Costa, J. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Mundi Prensa. Madrid, pag. 607, 1996.
- Orrego, C.E. Curso de Procesamiento de Alimentos. Programa Universidad Virtual, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 2007.
- Roland, D.H.; Terry A. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza España. 2002.
- Treybal, R. Operaciones de Transferencia de Masa. Editorial McGraw-Hill. Pág. 723-791. México. 1999.





# Construcción participativa del plan de negocios y definición de estrategias de comercialización

## Introducción

— 119 —

Para nadie es un secreto que Colombia es uno de los países más biodiversos del mundo. Se afirma que en el 0.78 % de la superficie terrestre del país se encuentra el 10 % de la biodiversidad del planeta. Una buena forma de describir esta riqueza puede ser lo escrito por Wade Davis en el libro *el Río*: “Colombia, con sus tres grandes cordilleras que se ramifican hacia el norte hasta la gran planicie costera del Caribe, sus ricos valles del Cauca y del Magdalena, sus vastas praderas de los llanos orientales y sus interminables selvas del Chocó y del Amazonas, es ecológica y geográficamente el país más variado de la tierra”

Claramente esta riqueza natural y cultural ofrece una ventaja comparativa para países con una riqueza natural como Colombia. Pero surge una pregunta estratégica ¿Esta ventaja está siendo aprovechada por nuestra población, como una alternativa económica para mejorar sus condiciones de vida sin poner en peligro la sostenibilidad de los recursos naturales?



La creciente preocupación del consumidor por productos saludables y amigables con el medio ambiente, ofrece nuevas y grandes oportunidades para los productores de la biodiversidad tanto en mercados nacionales como internacionales. Para aprovechar estas oportunidades, las organizaciones de productores rurales se encuentran diariamente con dificultades para consolidarse como empresas competitivas en los diferentes mercados. Generalmente estas dificultades se relacionan con debilidades en temas de investigación y desarrollo tecnológico, estructura organizacional y empresarial, acceso a fuentes de financiación, programas de aseguramiento de la calidad, consolidación de volúmenes de producción, y distribución y comercialización de sus productos.

Concientes de estas dificultades y de las oportunidades que representa la riqueza de la región amazónica para sus pobladores, el Instituto Sinchi conjuntamente con la empresa Agrovaupes formuló el proyecto “Fortalecimiento de iniciativas empresariales del Departamento de Vaupés a partir de especies nativas de la región Amazónica”. Este proyecto tiene por objeto fortalecer la capacidad empresarial de la EAT Agrovaupes, asentada en el Departamento de Vaupés a través de la transferencia del modelo tecnológico Sinchi para conocimiento, uso y aprovechamiento de especies nativas del bosque húmedo tropical. Paralelo al desarrollo del paquete tecnológico, se trabajó con los socios de la empresa en la construcción conjunta de un plan de negocios que le permita, a partir de un análisis de la capacidad productiva, del equipo de trabajo, de los costos de producción y de las posibilidades reales de mercado, determinar la viabilidad económica y definir estrategias de comercialización acordes con su realidad, para acceder y mantenerse en mercados locales, nacionales o internacionales.

En este sentido, se implementó una metodología para la formulación participativa del plan de negocios. Esta metodología consiste en un proceso de formación continua y elaboración conjunta, que combina la realización de charlas, talleres y la construcción de guías de apoyo. De esta manera, los socios de la empresa contaron con un acompañamiento permanente que les permitió obtener, al final del



proceso, un plan de negocios construido por ellos mismos, con la suficiente consistencia como para que sea implementado.

Durante el proyecto se realizaron 4 actividades formativas en distintos tiempos durante el año 2007. En cada acción formativa se utilizaron herramientas de soporte para el trabajo como: módulos introductorios, guías de trabajo y lecturas adicionales. Entre una acción formativa y otra, la organización elaboró las guías de trabajo que posteriormente fueron corregidas por el tutor y discutidas con los representantes de los grupos. Este trabajo tuvo una evaluación constante, en la que una de las condiciones más importantes fue que las guías se construyeran participativamente, razón por la cual en su desarrollo se involucraron todos los asociados pertenecientes a Agrovaupes.

Es importante tener en cuenta que Agrovaupes es una organización comunitaria del sector rural asentada en la región amazónica colombiana, cuyas actividades económicas tienen un impacto directo en la sostenibilidad ambiental y social de la región. Ahora el reto es consolidar estas organizaciones desde el punto de vista empresarial y comercial, en busca de su sostenibilidad económica. Esta visión implica implementar prácticas al interior de la organización, con las cuales se guíe cotidianamente la transformación de las ventajas comparativas en una producción competitiva, y desde la cuál la biodiversidad represente, no sólo un porcentaje en los libros y estadísticas, sino una oportunidad para quienes la conocen, habitan en ella y hacen uso de su riqueza.

— 121 —



## Planes de negocio: marco conceptual

### Qué es un plan de negocios?

Es un estudio detallado cuyo objetivo es que las personas que tienen una empresa o desean invertir en una idea con actividades comerciales puedan planear, proyectar y evaluar, dentro de un contexto determinado y con ciertos recursos disponibles, la viabilidad y sostenibilidad económica, social y ambiental del negocio, y buscar

financiación para su ejecución. El plan de negocios es un documento que debe actualizarse constantemente y permitir que los empresarios tomen decisiones acertadas sobre su actividad comercial.

### **Principales Características del Plan de Negocios:**

1. Debe contener información clara, precisa y concreta
2. Debe contar con la participación de las personas que conocen mejor la organización y el negocio
3. Debe ser formulado por los miembros de la organización
4. Debe ser elaborado con información verídica, que permita definir datos precisos y que permita diferenciar la situación real de la deseada sobre la empresa y el mercado.
5. Debe ser una herramienta que se actualice constantemente.

### **Componentes del Plan de Negocios:**

Para la elaboración de este documento se han desarrollado una gran variedad de metodologías las cuales proponen diferentes estructuras y temáticas a analizar. Para este proyecto se acordó la siguiente estructura:

1. Resumen Ejecutivo
2. Identificación del Producto o Servicio
3. Descripción de la Organización
4. Descripción del Sistema de Producción
5. Identificación del Mercado
6. Estrategia de Comercialización
7. Estado y Análisis Financiero
8. Análisis del Impacto Social y Ambiental
9. Plan de Implementación

La construcción del plan de negocios y el análisis de las diferentes variables que inciden en el funcionamiento de la organización, se abordó teniendo en cuenta la estructura de una cadena de valor y los diferentes actores que participan en ella. Esto con el objeto de



establecer la posición de la empresa y el rol que juega al interior de la cadena. En este sentido, se entiende cadena productiva como el conjunto de agentes económicos interrelacionados por el mercado, desde la provisión de insumos, producción y transformación, hasta el consumidor final. Cuando estos agentes económicos están articulados en términos de tecnología, financiamiento y capital bajo condiciones de cooperación y equidad, entonces nos encontramos en frente de una cadena competitiva capaz de responder rápidamente a los cambios que ocurran en el mercado internacional, transfiriendo información a través de toda la cadena de valor.

## Resumen de resultados:

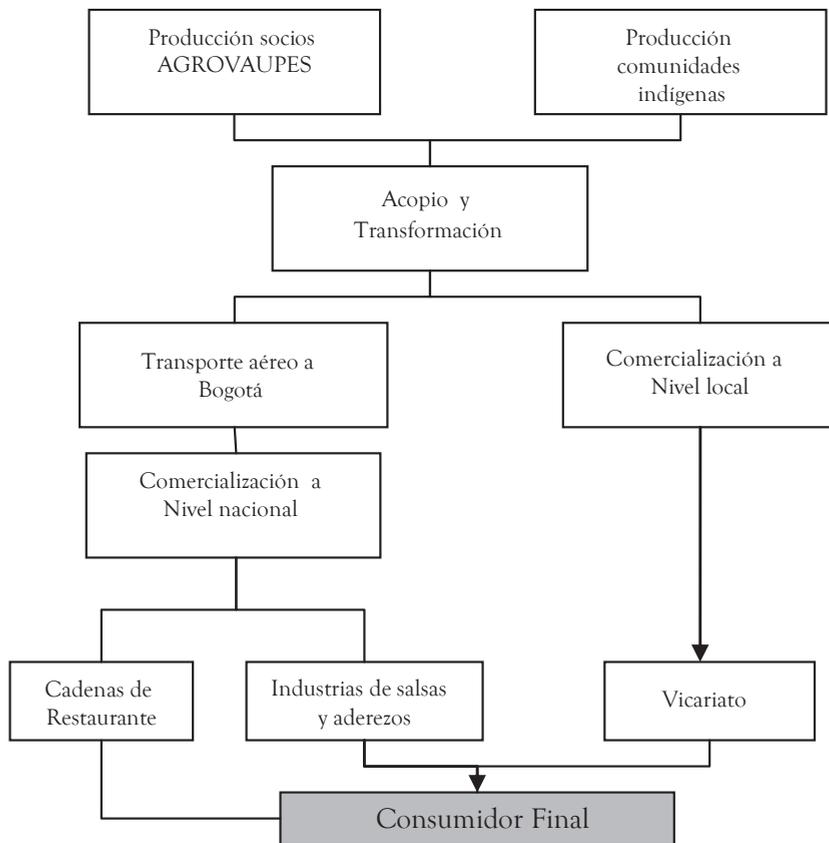
Agrovaupes es una Empresa Asociativa de Trabajo, constituida por un grupo de diez personas, convencidas de la importancia que tiene la organización solidaria, como alternativa para promover el desarrollo local y con la voluntad del compromiso que requiere la formación y consolidación de empresa. Esta organización se vincula en la cadena productiva del ají en la producción y transformación primaria del producto.

El ají ha sido utilizado y cultivado desde hace miles de años por las comunidades indígenas que habitan la región amazónica. Para el proceso productivo Agrovaupes utiliza ajíes provenientes de ecosistemas amazónicos, gracias a su diversidad, características y adaptación a las condiciones de suelo y clima. Las plantas de ají se cultivan conjuntamente con otras especies tales como: arazá, copoazú, caimo, guamo, cítricos, piña y uva caimaron, a través de la implementación de sistemas agroforestales con especies de la región amazónica, con el fin de promover el respeto de la vocación natural del suelo y del clima<sup>1</sup>.

Estos ajíes son producidos bajo prácticas de agricultura ecológica; es decir que en su producción no se utilizan agroquímicos. Los frutos son cosechados de arreglos agroforestales, chagras indígenas, cultivos asociados y huertas caseras, principalmente.

<sup>1</sup> Barrera, Jaime 2007





**Figura 1** Cadena productiva del Ají en el Departamento del Vaupés.

Para asegurar una oferta sostenida y la calidad del producto que cumplan con los principios de la producción ecológica, cada asociado implementó en sus fincas módulos para la producción de bioinsumos y biofertilizantes. Igualmente, sembraron 5 variedades de ajíes en cajoneras con capacidad de 65 plantas en cada una. Con esta información se determinó la capacidad de producción y se elaboró un plan de producción mensual, información fundamental para la negociación con clientes potenciales.

Es así como la capacidad de producción de Agrovaupes es de 33 tn anuales de ají en fresco, lo que equivale a una producción mensual promedio de 2,7 tn. En este punto es importante tener en cuenta que la

producción mensual por planta varía dependiendo de la fecha de siembra y los tiempos de cosecha, con lo cual la producción mensual puede variar en cada mes. Por esto fue necesario definir un plan de producción mensual para cada socio que tenga en cuenta estas variables.

<b>Tabla 1</b>		<b>Determinación Producción Socios Agrovaupes</b>			
<b>Propietario Finca</b>	<b># Cajoneras</b>	<b># Plántulas</b>	<b># Plantas cajonera</b>	<b>Producción Kilos/Año</b>	<b>Producción / Prom/Mes</b>
Héctor Cruz	8,0	504	63,0	6.048	504
Alexander Contreras	5,0	320	64,0	3.840	320
Milciades Borrero	8,0	350	43,8	4.200	350
Yisel Narváez	6,0	387	64,5	4.644	387
Efrén Narváez	1,0	35	35,0	420	35
Myriam Almeida	3,0	195	65,0	2.340	195
Héctor Valencia	5,0	380	76,0	4.560	380
Gustavo Mosquera	3,0	195	65,0	2.340	195
Ángel Lozano	3,0	195	65,0	2.340	195
Cesar Borrero	3,0	195	65,0	2.340	195
<b>TOTALES</b>	<b>45,0</b>	<b>2.756</b>	<b>60,6</b>	<b>33.072</b>	<b>2.756</b>

El cuadro anterior detalla la producción *bruta* de cada socio y el total de la empresa. Para definir la producción neta, se determinó un porcentaje de pérdida de los frutos en la cosecha y el porcentaje de conversión en ají seco.

— 125 —



<b>Tabla 2</b>	<b>Datos de Producción</b>
Rendimiento/planta/mes	1,0
Producción bruta/cajonera año	727,5
Producción Bruta Año	33.072,0
Producción Bruta Mes	2.756,0
Porcentaje de pérdida	25,0%
Producción Neta/ Cajonera año	545,6
Producción Neta Año	24.804,0
Producción Neta Mes	2.067,0
Producción Aprox en polvo Año	4.960,8
Producción Aprox en polvo Mes	413,4

**Construcción participativa del plan de negocios  
y definición de estrategias de comercialización**

Para este caso se calculó un pérdida del 25 % en la cosecha, porcentaje muy por encima del promedio nacional, y una convertibilidad de 1 a 5; es decir 5 kilos de ají en fresco para obtener uno en polvo. Esto da como resultado que la oferta real de Agrovaupes para el año 2007 es de 2 toneladas mensuales de ají en fresco, lo que equivale a 413 kilos de ají en polvo.

El siguiente paso es determinar los precios de venta de los productos ofrecidos y definir su viabilidad comercial en términos de competitividad. Para esto se realizó un análisis detallado de los costos de producción y una exploración de los precios de venta de ají en las principales ciudades del país.

La definición y el análisis de los costos se realizaron con la participación activa de los socios de la empresa y el equipo técnico del Instituto Sinchi. Esto es fundamental para la comprensión, adopción y veracidad de los datos obtenidos.



<b>Tabla 3</b>		<b>Determinación Costo Producción</b>	
Kilo de Ají en Fresco			
Costo Total Mantenimiento año x Cajonera		\$	180.000
Inversión Cajonera Año		\$	184.863
Producción año por cajonera			546
Costo Producción por Kilo		\$	668,71
Precio de Compra de Agrovaupes		\$	1.000
Utilidad de productor			50%

Teniendo en cuenta el valor de la inversión en el establecimiento de los cultivos, el montaje de los módulos orgánicos y el costo del mantenimiento anual del cultivo; así como los rendimientos en la producción por cajonera, el costo de producción de ají fresco es de \$ 668 pesos por kilo. Igualmente, se definió que el precio al que Agrovaupes comprará el ají en fresco a sus socios y otros productores potenciales de la región será de \$ 1.000 pesos. Con este precio el productor recibirá un margen de utilidad del 50 %. Durante el ejercicio se observó que el costo de producción es muy sensible a la produc-

tividad por planta y al porcentaje de pérdida en la cosecha, aspecto en los que será fundamental trabajar para la competitividad de la empresa y aumentar la utilidad de los productores.

Tabla 4		Determinación Costos Variables	
Kilo Aji seco en polvo			
Costo Aji en fresco		\$	800
Rendimiento			14,3%
Costo Aji seco		\$	4.000
Empaque		\$	150
Etiqueta		\$	50
Transporte Urbano		\$	200
Transporte Aéreo		\$	1.000
Costo aji Bogotá		\$	6.400

Ahora bien, teniendo claridad sobre el precio de compra del ají en fresco en el centro de transformación e incluyendo los costos variables en la transformación y el transporte del producto, se obtuvo un costo de producción de \$ 6.400 pesos por kilo de ají seco puesto en Bogotá. Este valor no incluye los costos fijos administrativos y operativos, los cuales se tienen en cuenta en el análisis del punto de equilibrio.

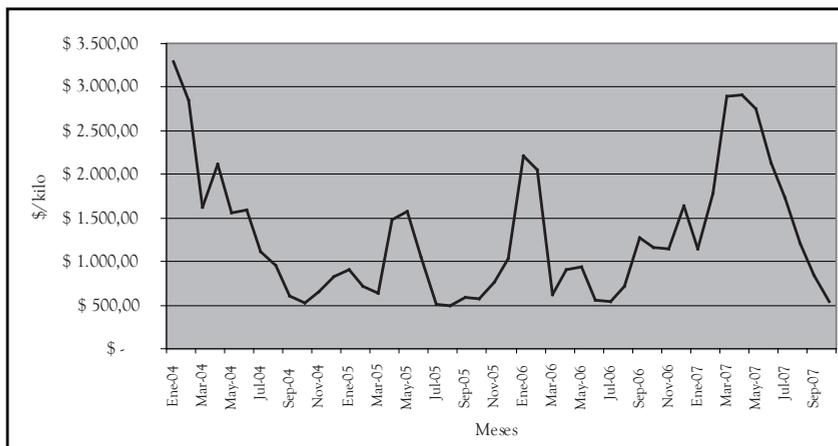


Figura 2. Comportamiento del Precio -Aji Fresco - Medellin

Por otra parte se analizó el comportamiento del precio de ají fresco en las principales plazas de mercado del país y los precios de compra de ají deshidratado como insumo para el sector agroindustrial y de la restauración. En el transcurso del año 2007 el precio promedio mensual de ají fresco en las plazas de mercado fue de \$ 1.792<sup>2</sup>

Adicionalmente, se consultó los precios de compra de ají procesado por parte de la industria de transformación de salsas y algunos restaurantes de cadena en la ciudad de Bogotá. En el 2007 el precio de compra de ají deshidratado oscila, dependiendo de la variedad y del grado de pungencia, entre \$10.000 y \$ 20.000 pesos por kilo. Aunque en algunos casos por su calidad y reconocimiento en el mercado, como es el caso del ají habanero, el precio de compra puede alcanzar el valor de \$ 40.000 por kilo<sup>3</sup>.

## Analisis y definición del mercado

Por sus componentes químicos y nutricionales, el ají tiene gran variedad de usos y formas de consumo. En la gastronomía se utiliza como un aderezo en la preparación de comidas, la industria lo demanda como insumo para la elaboración de encurtidos, ya sean completos o en rodajas, congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, en pastas o en salsas. Por otra parte, se demanda como materia prima para la obtención de colorantes y de oleorresinas e insecticida biológico.

— 128 —



Tabla 5		Ventas de Artículos Industria de Ajíes Año 2004 (valor en miles)			
Artículos	Und	Cantidad	Valor Venta	% al Exte	
Ají industrial semielaborado	kg	1.888.224	\$ 3.089.136	(-)	
Ajíes y pimientos deshidratados	kg	9.345	\$ 698.891	(-)	
Salsa de ají y otras salsas picantes	kg	.627.271	\$ 12.055.933	3,06	
Total Industria Nacional de Ajís		4.574.840	\$ 15.843.960		

<sup>2</sup> www.cci.gov.co Sistema de Información de Precios.

<sup>3</sup> Entrevista con jefe de compras cadena de restaurantes WOK y Julián Cárdenas de Industria Colombia Ají.

De acuerdo al DANE, el consumo de ají a nivel nacional para el 2004 fue de \$ 15 mil millones de pesos.

Se estima que el ají con el 11 %, ocupa el segundo puesto en la demanda industrial de hortalizas<sup>4</sup>. Por otra parte, en los últimos 5 años las cadenas de restaurantes en las principales ciudades del país han aumentado considerablemente y se ha desarrollado una variada oferta de comida internacional como la mexicana, peruana y asiática, las cuales se caracterizan por el uso de picante en sus platos principales. En el 2005 la producción nacional del sector de la restauración llegó a 1.140,2 miles de millones de pesos. En los últimos tres años la producción ha aumentado en promedio el 8 % anual. El 58,5% de los restaurantes están en Bogotá, el 16.5 % en Cali y en Medellín el 15,7%<sup>5</sup>.

Después de la identificación y el análisis de los diferentes mercados potenciales para la empresa Agrovaupes y teniendo en cuenta su capacidad de producción e infraestructura regional, se definió que los mercados objetivos para el ají del Vaupés es el mercado de *la restauración y la industria de transformación ubicado en la ciudad de Bogotá*. Para acceder a estos mercados la empresa ofrecerá los siguientes productos:

Tabla 6		Productos y presentaciones de Agrovaupes	
Producto		Presentación	
Ají amazónico deshidratado entero		250 gr,1 kilo y 5 kilos	
Ají amazónico seco en polvo		250 gr,1 kilo y 5 kilos	
Ají amazónico seco en escamas		250 gr,1 kilo y 5 kilos	

Finalmente, se definió que el precio de venta en Bogotá para estos productos es de \$ 12.000 pesos por kilo, el cual teniendo en cuenta los costos de producción y los precios del mercado, es competitivo en el mercado y rentable para la organización.

<sup>4</sup> Balance Tecnológico Cadena Productiva Hortofrutícola en Bogotá y Cundinamarca. Cámara de Comercio de Bogotá. Bogotá Diciembre de 2005.

<sup>5</sup> www.dane.gov.co



El siguiente paso es determinar el punto de equilibrio de la empresa y realizar proyecciones financieras para determinar indicadores de rentabilidad.

## Punto de Equilibrio:

A partir de los costos de producción definidos en el capítulo anterior y teniendo en cuenta los precios de la competencia en el mercado de restaurantes e institucional en la ciudad de Bogotá, se establecieron precios de venta y márgenes de comercialización. Con esta información se calculó el punto de equilibrio mensual de la empresa.

Tabla 7 Determinación del punto de equilibrio	
Precio de Venta	\$ 12.000
Costo de Producción	\$ 6.400
Margen de Contribución	\$ 5.600
Costos Operativos	\$ 366.000
Gastos Administrativos	\$ 1.078.333
Total Costos mensuales	\$ 1.444.333
Punto de Equilibrio Und	257,92
Punto Equilibrio en fresco	1.289,58
Punto de Equilibrio Pesos	\$ 3.095.000

— 130 —



Es así, que mensualmente Agrovaupes debe vender 258 kilos de ají en polvo lo que equivale a facturar mensualmente \$ 3,095 millones de pesos. Este volumen de venta representa el 62 % de la capacidad actual de producción de la organización. Esto sin tener en cuenta la oferta potencial de producto de 22 productores beneficiarios del proyecto de la corporación CDA y los productores independientes del departamento, que pueden ser proveedores de la empresa, siempre y cuando se cumplan unas características de calidad en la producción.

## Proyecciones y Análisis Financiero:

Para el análisis de las variables financieras, se construyó un modelo a 48 meses que equivale a dos ciclos de producción de las plantas de ají. Igualmente, para los análisis de sensibilidad a diferentes escenarios, se tuvo en cuenta variaciones en las variables de costos y volúmenes de ventas. Los principales resultados son:

Tabla 8	Indicadores financieros del proyecto
Valor Presente Neto	\$ 37.908.275,27
TIR	3,57%
Tasa Descuento Anual	10,0%

Teniendo en cuenta un tasa de descuento anual del 10 % (costo de oportunidad) la iniciativa empresarial ofrece a sus socios una Tasa Interna de Retorno TIR de 3,57 % mensual y un Valor Presente Neto VPN de \$37 millones de pesos.

— 131 —

## Actividades de Promoción y divulgación:

Luego de establecer el mercado objetivo, el portafolio de los productos y los precios de venta, se iniciaron las gestiones comerciales y las actividades de promoción. Como una herramienta para la promoción de la empresa y sus productos, se diseñó la imagen corporativa y algunos elementos de comunicación como portafolio de productos, etiquetas y cartas de presentación.

Posteriormente la organización participó en la feria comercial Agroexpo la cual se realizó del 12 al 22 de julio del 2007 en el centro de negocios y exposiciones Corferias. Esta feria es el principal certamen de América Latina para el desarrollo agrícola y pecuario del país. En esta ocasión se contó con la presencia de países como Alemania, Bolivia, Canadá, Suiza, Bélgica, Polonia, Francia, Reino Unido, Italia, Venezuela, España, Brasil, México entre otros.



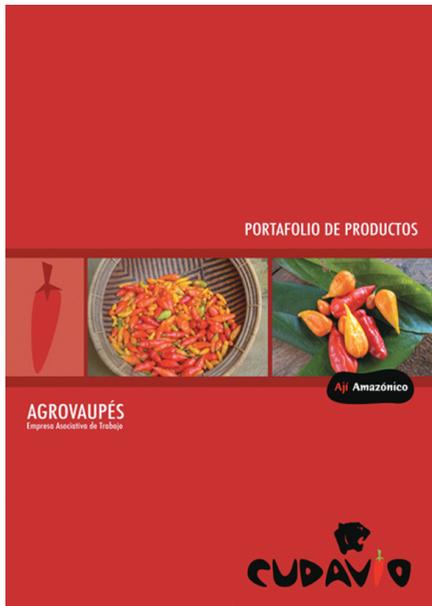


Figura 3. Portafolio de productos de la empresa Agrovaupes

Los miembros de la asociación eligieron a dos productores para que representaran a Agrovaupes durante la feria, los cuales presentaron sus productos a los visitantes y promocionaron la empresa frente a compradores nacionales e internacionales especializados que asistieron a este certamen. Adicionalmente la empresa tuvo la oportunidad de participar en la rueda de negocios realizada en el marco de la feria. Al final de la feria se identificaron 50 compradores interesados en los productos, entre nacionales e internacionales.

Al finalizar la feria, es muy importante el seguimiento que la organización le haga a los contactos realizados. En este sentido se planeó agenda de visitas a los clientes identificados que mostraron mayor voluntad de compra. En estas visitas lo representantes de la organización conocieron las instalaciones e infraestructura de sus posibles clientes y entregaron muestras de sus productos. Fruto de esas visitas comerciales e institucionales se acordaron negocios para la venta del producto con las siguientes empresas:

Tabla 9	Empresas interesadas en los productos de Agrovaupes
Empresa	Negociación
Colombia Aji	Compra de ají deshidratado en polvo y entero, moqueado (ahumado). Pasta de Ajís amarillos y ají en fresco. Volumen aproximado de venta 150 kilos mensuales
Supermercado Ecológico BioPlaza	Ají deshidratado entero y en polvo. Volumen aproximado de venta 30 kilos mensuales.

Estos negocios son el punto de partida de la empresa y ahora su reto es cumplir con los pedidos tanto en volumen y calidad. Así mismo, asumir el reto en términos operativos y administrativos, lo cual será fundamental para su consolidación y posterior expansión.

La ejecución del proyecto y el acompañamiento técnico del Instituto Sinchi en los aspectos de investigación y desarrollo tecnológico ha contribuido que la iniciativa productiva de ahí se fortalezca en el departamento del Vaupés, y que la empresa Agrovaupes haya pasado de la etapa de idea a inversión inicial y se encuentre iniciando el despegue como alternativa empresarial.

La consolidación de esta empresa dependerá principalmente del grado de compromiso de sus socios, y de otra parte del acompañamiento y asesoría técnica por parte de instituciones que trabajan en el fortalecimiento de los bionegocios. Los principales retos de la empresa y las áreas a trabajar con la organización son:

- Fortalecimiento a nivel organizacional y de la capacidad local de la empresa.
- Implementación operativa de actividades administrativas y de contabilidad. En este punto será fundamental la consecución y manejo de recursos de capital para la compra de materia prima.
- Implementación de buenas prácticas agrícola y de manufactura.
- Implementación de procesos de logística y planeación en la cadena de suministro.
- Mejoramiento del costo de producción a través del mejoramiento de índices de productividad en las cosechas y disminución de pérdidas de producto.



## Literatura consultada

Balance Tecnológico Cadena Productiva Hortofrutícola en Bogotá y Cundinamarca. Cámara de Comercio de Bogotá. Bogotá Diciembre de 2005.

Encuesta anual de servicios: Hoteles, restaurantes y agencias de viajes. Boletín de Prensa. DANE Enero de 2007.

La competitividad de las cadenas agroproductivas en Colombia. Análisis de su estructura y dinámica 1991 – 2004. Observatorio Agrocadenas, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Emprendimientos sociales sostenibles: como elaborar un plan de negocios para organizaciones sociales. Ashoka Emprendimientos sociales, McKinsey & Company – Sao Paulo 2004.

Manual para la elaboración de planes de bionegocios. Prompex – Perú. Marzo 2007

El Rió – Exploraciones y descubrimientos de la selva amazónica. Wade Davis.

— 134 —

