

LA ACHIRA

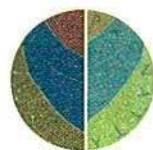
**Alternativa agroindustrial para áreas
de economía campesina**

**Técnicas de cultivo, beneficio o proceso
poscosecha y uso agroindustrial**



23056
304

27142



PRONATTA

Programa Nacional de Transferencia
de Tecnología Técnica Agropecuaria

LA ACHIRA

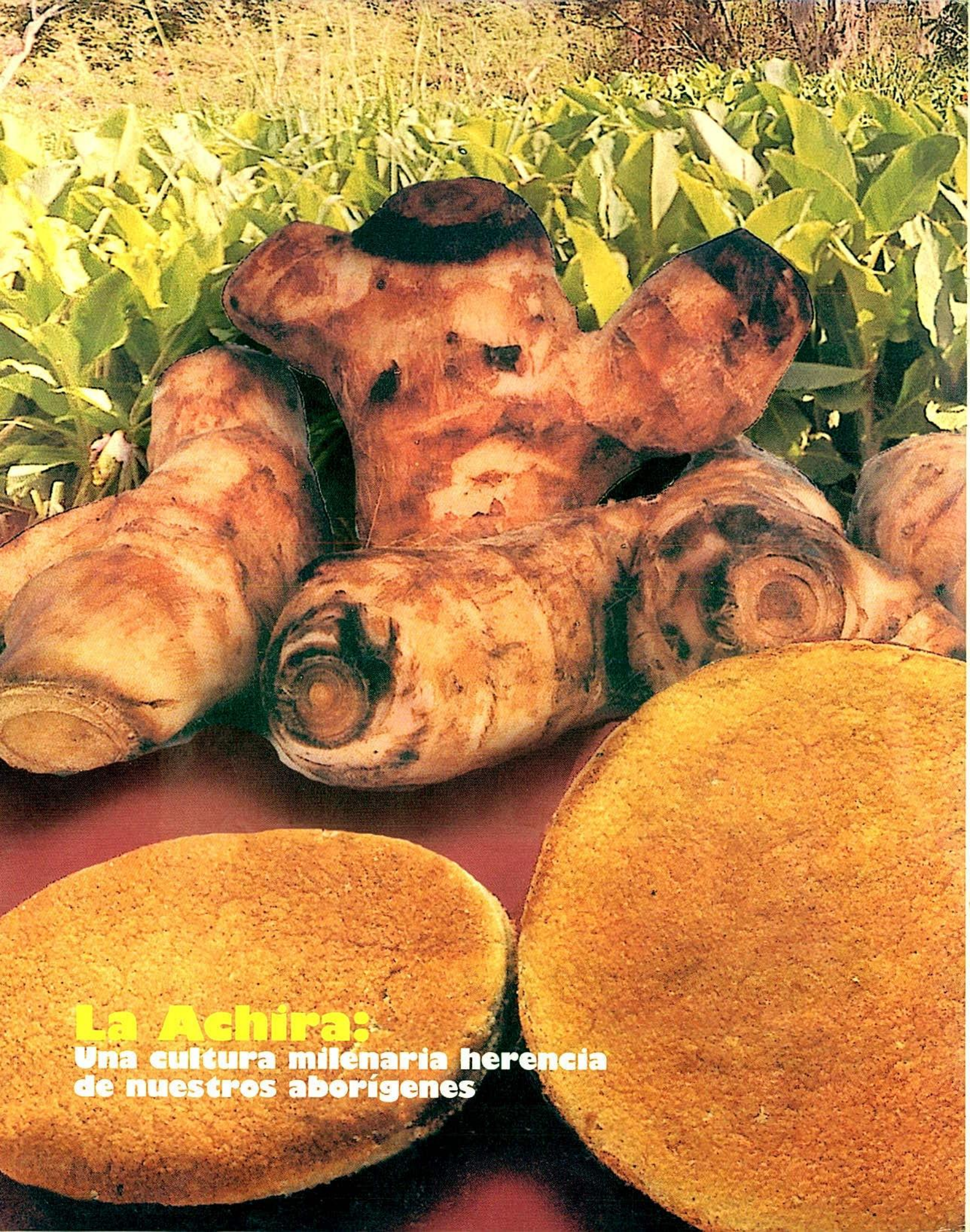
ALTERNATIVA AGROINDUSTRIAL PARA ÁREAS
DE ECONOMÍA CAMPESINA

Técnicas de cultivo, beneficio o proceso poscosecha y uso agroindustrial

**Resultados de la investigación cofinanciada por el
Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, PRONATTA**



Por: *Guillermo Edmundo Caicedo Díaz*
Luis Segundo Rozo Wilches
Guillermo Rengifo Benítez



La Achira:

**Una cultura milenaria herencia
de nuestros aborígenes**





Los temas tratados en este documento, son el producto de la generación de tecnología en el cultivo de achira realizada por CORPOICA en el departamento del Huila, en el marco de la ejecución de los proyectos de Investigación, Ajuste y Validación cofinanciados por PRONATTA

La propiedad intelectual de este material pertenece a:
la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA;
y al Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, PRONATTA.

Prohibida su reproducción para fines comerciales, Resolución No. 258 de 1976

© Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Unidad Local Huila.
Proyecto CORPOICA- PRONATTA

ISBN: 958-8210-44-5

Primera edición: diciembre de 2003

Fotografías de: Guillermo Rengifo Benítez, Ricaurte Calderón L., Hugo Reynel García,
Luis Jaime Torres C., María Helena Parra T., Luis Segundo Rozo Wilches

Cartografía: Sandra Liliana Rubio, Guillermo Rengifo B.

Producción editorial

Diagramación, impresión y encuadernación:

Tel: 2885338 Bogotá, DC, Colombia

Web: www.produmedios.com



Printed in Colombia

Impreso en Colombia

Reconocimiento

Los autores hacen un especial reconocimiento por su aporte e invaluable colaboración a las siguientes personas:

LORENZO PELAEZ SUAREZ
HUGO REYNEL GARCIA
GONZALO RODRÍGUEZ
JUAN JOSE RIVERA V.
LUIS EDUARDO GOMEZ CAICEDO
JUAN CARLOS TAKEGAME
ORLANDO POLANIA CERQUERA
NELSON PEREZ ALMARIO
AMANDA GONZALEZ PASTRANA
GLORIA LUCIA RAMON
ALBA LUZ BELLO
ELSA TRUJILLO
JAIME TORRES
SANDRA LILIANA RUBIO

MERCEDES LIZCANO, ASOACHIRAS, La Plata, Huila
BERNABÉ MEDINA, ASOACHIRAS, La Plata, Huila
IMELDA MUÑOZ, GRUPO ASOCIATIVO GETZEN, La Plata, Huila
ORLANDO OSSA, GRUPO ASOCIATIVO GETZÉN, La Plata, Huila
GERARDO CERON, GRUPO ASOCIATIVO, Isnos, Huila
ANTONIO LEIVA, Yaguará, Huila.
LEONEL GUERRERO, ASOPROACHIGUS, San Agustín, Huila
LUZ MARINA CASANOVA, Altamira, Huila.
ELIZABETH VELÁSQUEZ, San Agustín Huila.
ARSENET VARGAS, UNAD, Neiva

Contenido

PRESENTACIÓN	9
INTRODUCCIÓN	11
1. IMPORTANCIA DE LA ACHIRA	13
1.1. Importancia ambiental	13
1.2. Importancia Sociocultural	13
1.3. Importancia económica	14
2. EVIDENCIAS HISTÓRICAS	17
2.1. De la achira (<i>Canna edulis</i> Ker).....	17
2.2 Los productos alimenticios	18
3. TAXONOMÍA Y CLASIFICACIÓN	19
3.1. Rangos genealógicos	19
3.2. Origen de la palabra achira	21
3.3. Dispersión geográfica	21
3.4. Nombres en Colombia	21
3.5. Nombres en el mundo.....	22
4. MORFOFISIOLOGÍA DE LA PLANTA	23
4.1. Sistema radical.....	23
4.2. Rizomas y sus yemas	24
4.3 El tallo	24
4.4. Sistema foliar.....	25
4.5. Inflorescencia	25
4.6. Desarrollo de la planta.....	25
4.7. Ciclo vegetativo.....	26
5. ECOTIPOS REGIONALES	27
5.1. Características de los ecotipos estudiados	27
5.2. Descripción de ecotipos promisorios en las condiciones del departamento del Huila	29
5.3. Ecotipo Nativa I	29
5.4. Ecotipo Verde o Lisa.....	30
5.5. Ecotipo Maituna I	32
5.6. Ecotipo Blanca de Pasto	33
5.7. Ecotipo Roja de Cárquez	33
6. ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO	35
6.2. Precipitación	35
6.1. Clima	35
6.3. Suelos	36
7. ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	39
7.1. Selección del terreno	39
7.2. Preparación del terreno	39
7.3. Trazo y preparación de hoyos.....	40
7.4. Semilla	40
7.5. Preparación de la semilla.....	40
7.6. Establecimiento de semilleros	40
7.7. Establecimiento y densidad	40
7.8. Resiembra.....	41
7.9. Siembra y fertilización.....	41

8. MANEJO DE LA PLANTACIÓN.....	43
8.1. Manejo de malezas	43
8.2. Fertilización	43
8.3. Manejo del medio de desarrollo de la planta	44
8.4. Riego	44
8.5. Drenajes	44
9. MANEJO DE PLAGAS.....	45
9.1. Plagas del rizoma.....	45
9.2. Plagas del follaje.....	46
9.3. Manejo integrado de plagas	46
9.4. Muestreo de insectos plagas	46
9.5. Muestreo del barrenador del rizoma y tallo.....	46
10. ENFERMEDADES	47
10.1. Sigatoka amarilla (<i>Mycosphaerella musicola</i> Leach.)	47
10.2. Manejo de enfermedades.....	48
11. COSECHA	49
11.1. Madurez de los rizomas	49
11.2. Cosecha	49
11.3. Rendimiento en rizomas	50
12. PROCESAMIENTO.....	53
12.1. Descripción del beneficio para la producción de almidón de achira.....	53
12.2. Limpieza de rizomas.....	54
12.3. Empaque, apronte o transporte de rizomas	54
12.4. Lavado de rizomas	54
12.5. Rallado de rizomas	56
12.6. Colado o tamizado.....	57
12.7. Decantado y desmanche	58
12.8. Lavado del almidón	58
12.9. Secado.....	59
12.10. Empaque y almacenamiento.....	60
13. PRODUCTO FINAL DEL PROCESO O BENEFICIO	61
13.1. Almidón de achira	61
13.2. Rendimiento de almidón e índice de conversión	61
13.3. Calidad del almidón de achira	62
13.4. Factores de calidad del almidón de achira.....	62
14. ESTRUCTURA DE COSTOS Y RENTABILIDAD	65
14.1. Análisis de costos.....	65
14.2. Indicadores de productividad, económicos y financieros.....	65
14.3. Análisis de productividad, rentabilidad y financiero	66
15. OPORTUNIDADES DE MERCADO DEL ALMIDÓN DE ACHIRA.....	71
15.1. Usos	71
15.2. Mercadeo	72
16. CADENA AGROINDUSTRIAL DE LA ACHIRA	73
17. CONSIDERACIONES FINALES	75
LISTADO DE FOTOGRAFÍAS, FIGURAS Y TABLAS.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....	81
GLOSARIO	85

Presentación

El cultivo de achira en Colombia y especialmente en el departamento del Huila, tiene gran importancia social y económica por ser uno de los productos con mayores posibilidades de transformación, fuente generadora de trabajo y divisas para el país.

El manual que hoy presentamos ha sido elaborado como producto del proyecto financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a través del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA y ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA.

Este documento busca socializar los conocimientos desarrollados alrededor de la producción del cultivo de la achira, con el fin de que estas experiencias sirvan para todas aquellas personas interesadas en mejorar la calidad y obtener mayores ingresos.

Orgullosamente y con muchas esperanzas esperamos que este canal de comunicación más directo con nuestros usuarios sea acogido por los interesados en el tema y que esta orientación permita mostrar las bondades del mensaje eficiente de esta especie, así como la importancia de buscar alianzas asociativas para la comercialización y mercadeo del cultivo de la achira.

Lorenzo Peláez Suárez
Corpoica, Director C. I. Nataima

Introducción

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, aprovechando la experiencia adquirida en los últimos nueve años a través de la Unidad Local del Huila, como producto de la investigación cofinanciada por PRONATTA, recopiló el conocimiento, el saber popular y los elementos técnicos para diseñar un modelo ambiental, económico y socialmente viable, que mejore a corto plazo, el proceso de producción de almidón de achira, su productividad y competitividad, que contribuya a la generación de empleo, nuevos ingresos y la solución de las necesidades básicas insatisfechas de la población rural.

En la antigüedad el hombre americano utilizó la achira como alimento, hoy, su almidón es la materia prima básica de algunos productos alimenticios que son parte de la cotidianidad en la región surcolombiana, y su producción es necesaria para el desarrollo sostenible de la agroindustria panificadora del Huila y el Tolima, por ello, se espera que esta publicación se constituya en una guía para productores y técnicos interesados en continuar la tradición y dinamizar los procesos de producción, pretende dar una visión general del sistema, el manejo del cultivo, el proceso de beneficio, las estrategias de mercadeo y las alternativas de uso del almidón.

Los resultados obtenidos en el proceso de investigación desarrollado en los dos últimos años en el contexto del proyecto Generación Tecnológica para el Desarrollo del Cultivo de la Achira, con énfasis en la determinación de ecotipos regionales para diferentes pisos térmicos en áreas de economía campesina en el departamento del Huila, cofinanciado por PRONATTA, se presentan insertos en el modelo tecnológico desarrollado y validado para el eslabón almidón de la cadena agroindustrial de la achira.

1. IMPORTANCIA DE LA ACHIRA

En la actualidad es una especie de importancia estratégica en las áreas de economía campesina, considerando como ventajas comparativas, la generación de empleo rural, el mejoramiento de la dieta alimenticia de la población en general, la oportunidad de generar valor agregado significativo, el desarrollo sostenible de la agroindustria panificadora y la posible generación de divisas por exportación futura de productos y subproductos. En Colombia, en la región andina y amazónica, la achira ha sido un cultivo de pan coger a través de nuestra historia. Se ha cultivado tradicionalmente en las zonas de minifundio de los departamentos de Cundinamarca, Huila, Cauca y Nariño.

1.1. IMPORTANCIA AMBIENTAL

La achira es una planta, que aporta múltiples beneficios para el ambiente y el hombre, proporciona al suelo un promedio de 21 toneladas por hectárea de biomasa al momento de la cosecha, conformada por las hojas, tallos y otras partes vegetales, que contribuye a enriquecer y mejorar la fertilidad, estructura y textura del suelo.

Contribuye a la protección del suelo de la erosión y a la generación de oxígeno y captura del CO². Su alto nivel de ecoeficiencia, permite el desarrollo rápido de sus tallos y follaje que a su vez regula la tasa de evaporación del agua del suelo.

El cultivo favorece la conservación de la biodiversidad, por la multiplicación de ecotipos y especies de uso ornamental, industrial o en su estado silvestre; esta labor heredada de los indígenas, por su amor a la madre naturaleza, es continuada principalmente por la mujer campesina (9).

El escaso o nulo uso de químicos en el cultivo, mantiene la posibilidad de producir una materia prima para la industria alimenticia sin contaminantes, contribuyendo a la salud humana (Fotos 1 y 2).

1.2. IMPORTANCIA SOCIOCULTURAL

El uso de la achira es una herencia de nuestros aborígenes, los productos alimenticios con base en su almidón están insertos en la tradición gastronómica de la población de la región surcolombiana desde la época de nuestros antepasados, por lo tanto, hacen parte del acervo cultural y de nuestra soberanía alimentaria.

En el sistema de producción de la achira prevalece la equidad de género, el rol de la mujer es preponderante y, en general, las labores agrícolas de beneficio



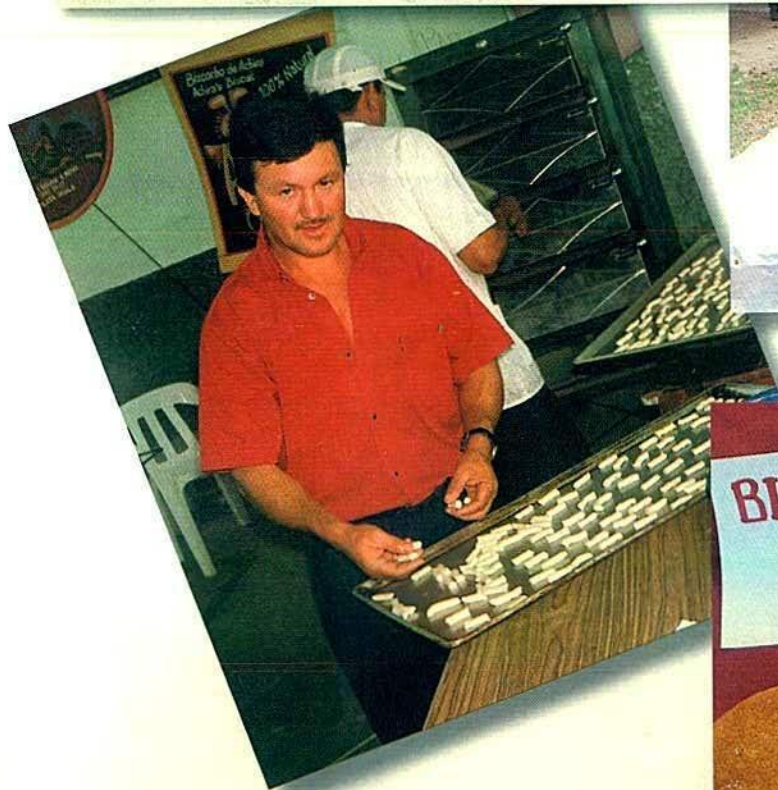
Foto 1. Protección del suelo por la cobertura de la achira.

El almidón de achira se produce en los departamentos de Cundinamarca, Cauca, Huila y Nariño. La producción de Cundinamarca y Huila se estima en 1.308 toneladas anuales, de las cuales, el 94.6% se produce en Cundinamarca y el 5.4% en Huila, estimando su valor en 2.146 millones de pesos (58).

A diferencia de lo ocurrido en los países andinos, en algunas repúblicas de otros continentes su cultivo y uso industrial se ha incrementado en los últimos años, como ocurre en Vietnam donde se reporta la mayor área sembrada en el mundo de 30.000 hectáreas, habiéndose generalizado su uso por las propiedades del almidón para la fabricación de pastas alimenticias, contribuyendo así, al beneficio económico de la población (50).



Foto 5. *Productos del proceso agroindustrial de importancia económica en la región.*



2. EVIDENCIAS HISTÓRICAS

2.1. DE LA ACHIRA (*CANNA EDULIS* KER)

En la costa árida peruana se encontraron evidencias arqueológicas de la achira donde las condiciones ecológicas la excluyen de ser una planta silvestre (24). En Huaca Prieta de Chicama, Perú, se encontraron materiales secos que incluyen rizomas y escamas foliares pertenecientes al nivel precerámico temprano, fechado en el año 2.500 a. C. excavados por Bird en 1948 (66,67); Toulee en 1961 identificó restos de achira del periodo cerámico más tardío en varios sitios de la costa central y sur del Perú, donde se encontraron vasijas moldeadas con la forma de rizomas pertenecientes a las culturas Chimú (Costa norte) y Nazca (Costa sur) (66,67), Figura 1.

Ugent y Pozorski (1984), concluyen que el registro arqueológico es la evidencia de la antigüedad de la achira; representaciones fitomórficas en arcilla, así como restos actuales de la planta solamente se conocen en Perú (64). Otras teorías señalan vestigios de la época 4.000 aC asegurándose que es del periodo Cerámico.

Los Incas hace once siglos la cultivaron sobre los bancos de las acequias de irrigación, donde también pudo haber sido planta silvestre; el sistema de siembra como cultivo intensivo desarrolló rizomas gruesos (40).

La especie *Canna indica* es nativa del Ecuador (67), y las evidencias no dejan duda de que esta planta tuvo su origen en el área andina entre Colombia y Perú, donde los ecotipos silvestres se encuentran en el bosque secundario del trópico y subtropical americano.

Por otra parte, se señala que el centro de domesticación está en el área tropical de Colombia donde existe una muy antigua tradición en el cultivo de raíces. Sin embargo, el centro puede estar más cerca a los bordes del bosque tropical, desde donde pudo haberse difundido a través de los Andes, hacia la costa occidental y hasta el Norte de Chile. Posiblemente Colombia fue el centro de dispersión ya que la achira existe en toda la América tropical, algunos autores referencian especies nativas de Panamá, Ecuador, Brasil, Bolivia, Colombia y Perú (67, 40).

Los indios Inganos y Cofanes en el Valle del Sibundoy entre el Ecuador y Colombia y los indígenas del Amazonas (Huitotos) la consumen asada y cocida (33, 39).

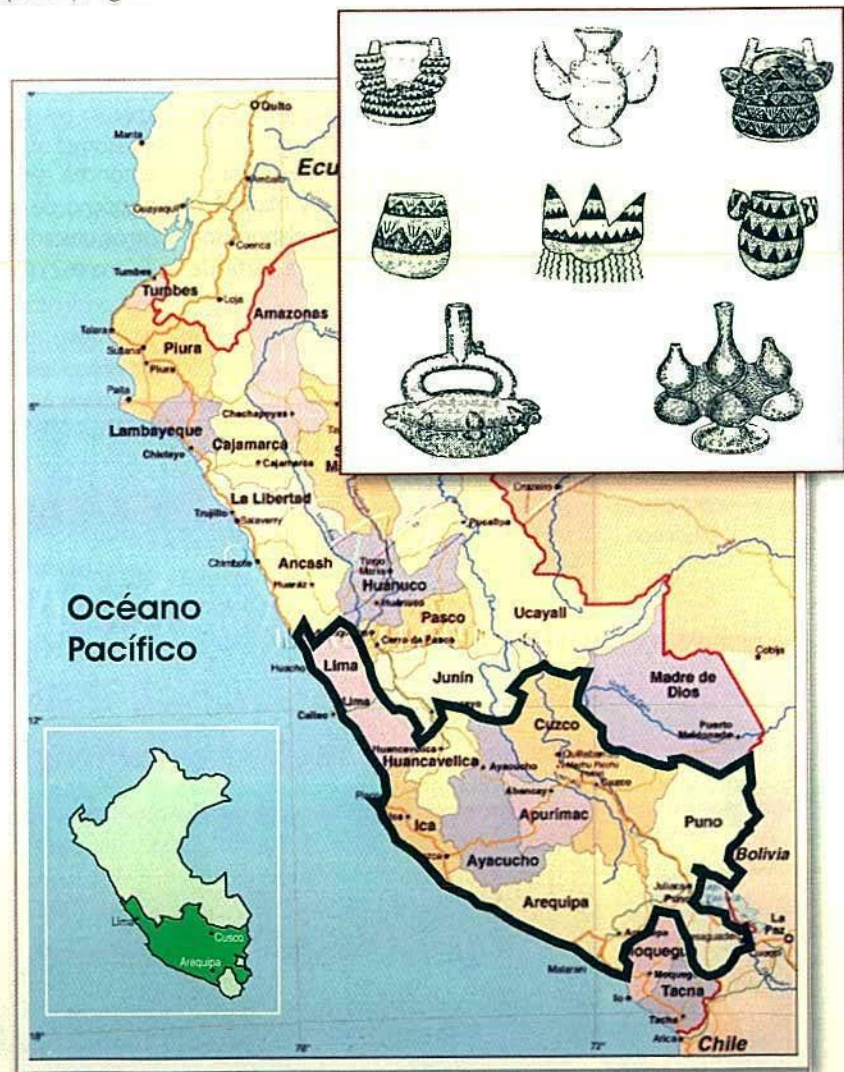


Figura 1. Región de hallazgos arqueológicos en el Perú. Calabazos, estrangulador, cerámicas de la cultura Chimú.

2.2. LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Las referencias sobre el origen de las delicias huilenses elaboradas con base en el almidón de achira en el ámbito familiar, permiten inferir que viene desde la época de la conquista cuando los españoles conocieron la planta y el almidón obtenido en los procesos rudimentarios. En el departamento del Huila, los antecedentes históricos datan del siglo XVIII según relatos de ancianos opitas, con edades entre 90 y 100 años y habitantes de la región del valle del río Suaza, como Amelia Cuéllar Duarte quien manifiesta que sus abuelos le enseñaron y legaron la tradición de cultivar achira en las denominadas huertas, cosecharla para extraer almidón y elaborar bizcocho, coladas y bizcochuelo cada 8 o 15 días para el consumo familiar, manifiesta además, que vendían solo harina en los poblados y no comercializaban el pan de achira, pero que en Altamira por su ubicación en la intersección de los caminos que conducían a Garzón y Neiva hacia el norte, Timaná y Pitalito por el sur, y Tarqui, La Plata y Popayán al occidente, en las denominadas fondas, punto obligado de llegada de arrieros y viajeros en caravanas a caballo, vendían bizcocho y bizcochuelo de achira.

En Altamira manifiestan que las señoras Romelia y María Antonia Vargas aprovecharon también la fórmula para la elaboración del bizcocho de achira y su comercialización en 1926, a partir de

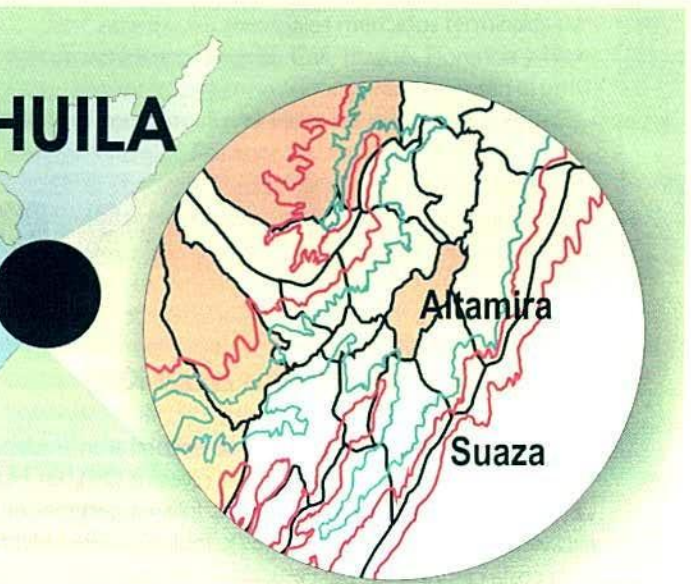


Figura 2. Región donde se inició la elaboración y comercialización del bizcocho de achira.

entonces, se inicia muy seguramente la vocación comercial del bizcocho de achira en este municipio, desde donde se extendió a otros ubicados estratégicamente en los departamentos del Huila y Tolima (62) (Figura 2).



Foto 5A. Bizcocho de achira.

3. TAXONOMÍA Y CLASIFICACIÓN

3.1. RANGOS GENEALÓGICOS

En la actualidad el código internacional de Nomenclatura Botánica contempla hasta 21 rangos para ubicar taxonómicamente una planta, estos son: División Clase, Subclase, Orden, Suborden, Familia, Subfamilia, Supertribu, Tribu, Subtribu, Género, Subgénero, Sección, Serie, Subserie, Especie, Subespecie, Variedad, Subvariedad, Forma y Subforma (28). Para la achira se han determinado 14 rangos que se relacionan en la Figura 3.

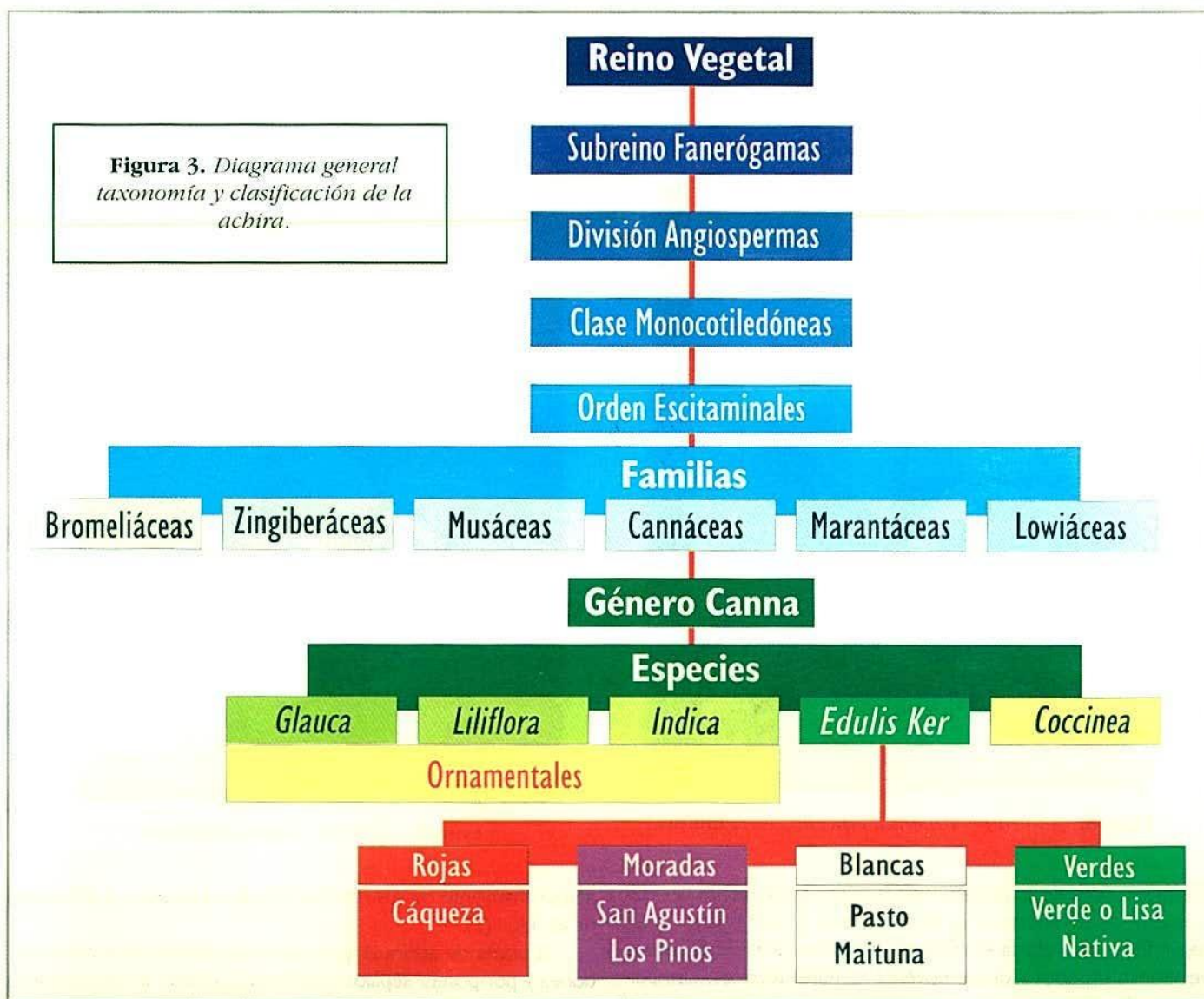




Foto 6. *Achira industrial*
especie *Canna edulis ker.*



Foto 7. *Achira ornamental*
especie *Canna indica.*



Foto 8. *Achira ornamental* especie *Canna liliflora.*

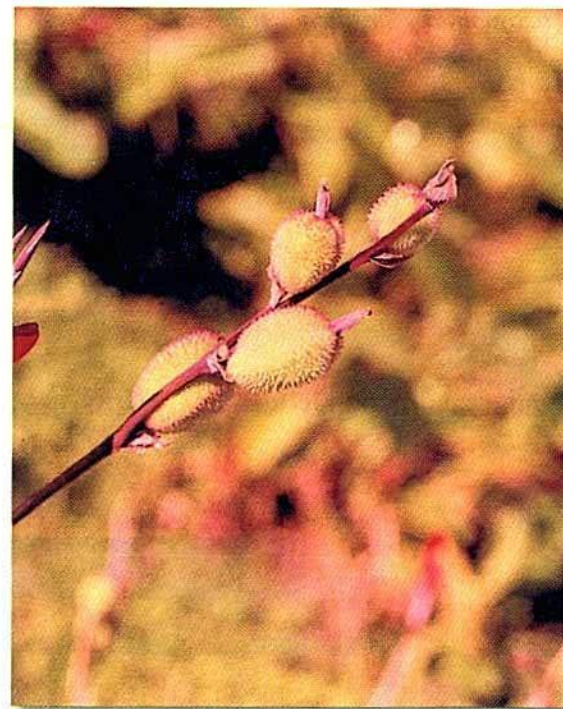


Foto 9. *Achirilla* *Canna coccinea.*

Definida la serie de ascendientes de la achira, es de mencionar que esta especie pertenece a las angiospermas o plantas con flores; según Bailey esta planta es cultivada en los dos hemisferios, posee veinticinco especies y define noventa nombres técnicos, distribuidas en el mundo como plantas silvestres, ornamentales y para el

aprovechamiento de sus rizomas para el consumo o la extracción de almidón (5).

La planta de achira al igual que la de plátano es monocotiledónea y por poseer sépalos coloreados y ovario adherente ínfero se ha ubicado dentro del orden de la Escitamineas que posee seis

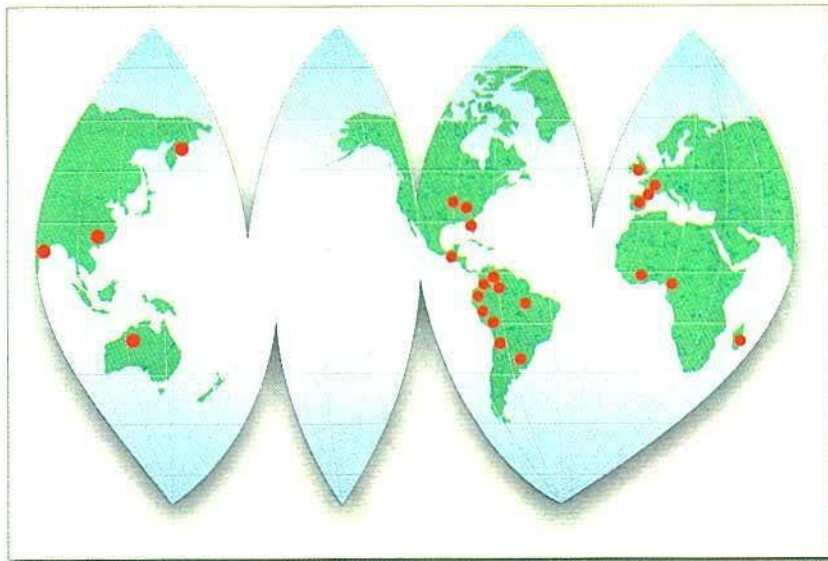


Figura 4. Regiones en el mundo donde se desarrolla el cultivo de achira.

familias, la mayoría de las cuales, con excepción de las musáceas y bromeliáceas, tiene relación con plantas ornamentales de especial interés e importancia económica (68).

La achira de jardín, la utilizada en la extracción de almidón y la achirilla conforman la familia de las Cannáceas del género *Canna*. Este género es único, se relacionan entre 25 y 55 especies (53,54,31,68,7,38).

La achira es una planta perenne de múltiples rizomas, grandes y subterráneos, tuberiformes,seudotallo carnoso de 2 a 3 metros, inflorescencia terminal simple o ramificada en forma de racimo laxo, es hermafrodita, de hojas largas y completas con una vena central gruesa, provistas de una vaina envolvente. Los rizomas de color blanco pálido cubiertos por escamas. La achira *Canna edulis* Ker, tiene 2N - 18 cromosomas (12).

Se considera que la planta utilizada para la extracción de almidón en el ámbito nacional e internacional es la especie *Canna edulis* Ker. Las especies *Canna indica*, *Canna glauca* y *Canna liliflora* agrupan los principales genotipos ornamentales, y la achirilla que se encuentra como arvense o maleza, se identifica como *Canna coccinea*, la cual produce abundantes semillas que por su dureza y consistencia los indígenas las utilizaban como munición en las cerbatanas, razón del nombre "Munición de Indio" en algunas regiones (53).

3.2. ORIGEN DE LA PALABRA ACHIRA

La palabra achira es un vocablo quechua, lengua precolombina hablada en el Perú por los Incas, la primera mención la hizo en la época de la conquista el español Diego Palomino, capitán del ejército de Pizarro, en una comunicación de 1549, donde anota que era uno de los cuatro cultivos de raíces cultivados por los residentes del valle de Cuquimayo, Perú, las otras eran batata (*Camote ipomoea*), yuca (*Manihot esculenta*) y arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) (69).

En la provincia de Cáqueza, oriente de Cundinamarca, se le denomina a la achira sagú (63).

3.3. DISPERSIÓN GEOGRÁFICA

La especie de achira para la extracción de almidón se desarrolla principalmente en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Se reportan cultivos en el continente asiático como en Vietnam (30.000 has.), Tailandia e India; en Oceanía como en Australia y Polinesia; en el Congo Belga de África, y en la América tropical se cultiva en Perú, Ecuador, Bolivia, Brasil, Venezuela y Colombia. En algunos países de Centroamérica se relacionan especies originarias de esas regiones y cultivos en menor escala. En la Figura 4 se describe las principales regiones en el mundo donde se desarrollan las diferentes especies de achira.

En la actualidad, las diferentes especies de achira se hallan distribuidas en los dos hemisferios; se reporta en algunos países de Europa, Norte y Sur América, el cultivo y desarrollo específicamente de las especies ornamentales, sobre las cuales se referencia un sinnúmero de estudios e investigaciones principalmente en Francia, Italia, Inglaterra, Alemania, España, Estados Unidos, Perú, Chile Argentina, donde embellecen jardines y avenidas.

En Colombia es un cultivo con fines comerciales en el oriente de Cundinamarca, Provincia de Cáqueza, en los municipios de Guayabetal, Fosca, Gutiérrez, Quetame y Cáqueza (25); en el departamento de Nariño en los municipios de La Cruz, San Pablo, La Unión y Mercaderes; en el departamento del Cauca en los municipios de Belarcázar y Toribío y en el departamento del Huila en los municipios de Isnos, San Agustín, Gigante, Tarqui, Altamira, Suaza, Pitalito, La Plata, Teruel, Iquira, y Garzón (9). Hay cultivos o desarrollo de especies en menor escala y en estado silvestre en la Costa Atlántica, en límites con Venezuela, Norte de Santander (Pamplona), Valle del Cauca, Putumayo, Córdoba, Amazonas y Chocó.

3.4. NOMBRES EN COLOMBIA

Amazonas:	miraña, beducoco, bedungo, bedingo, jitbedngo.
Antioquia:	chumbimba
Cundinamarca:	sagu, achira
Córdoba:	capacho, chumbimba.
Costa Atlántica:	capacho
Huila:	achira
Nariño:	achira
N. de Santander:	chisgua, raiz, achira
Putumayo:	pain, vedungo, bedingo
Valle del Cauca:	bandera de uribe

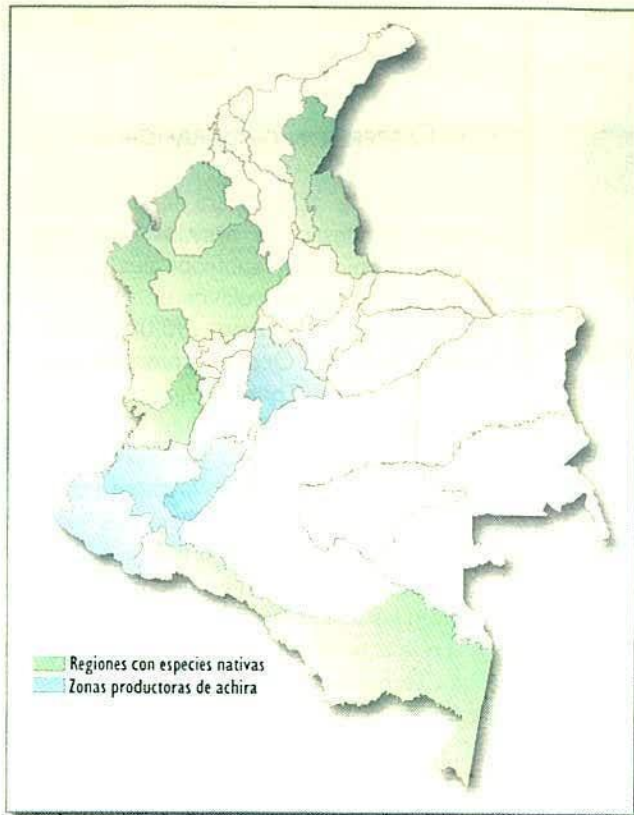


Figura 5. Regiones con especies nativas y productoras de achira en Colombia.

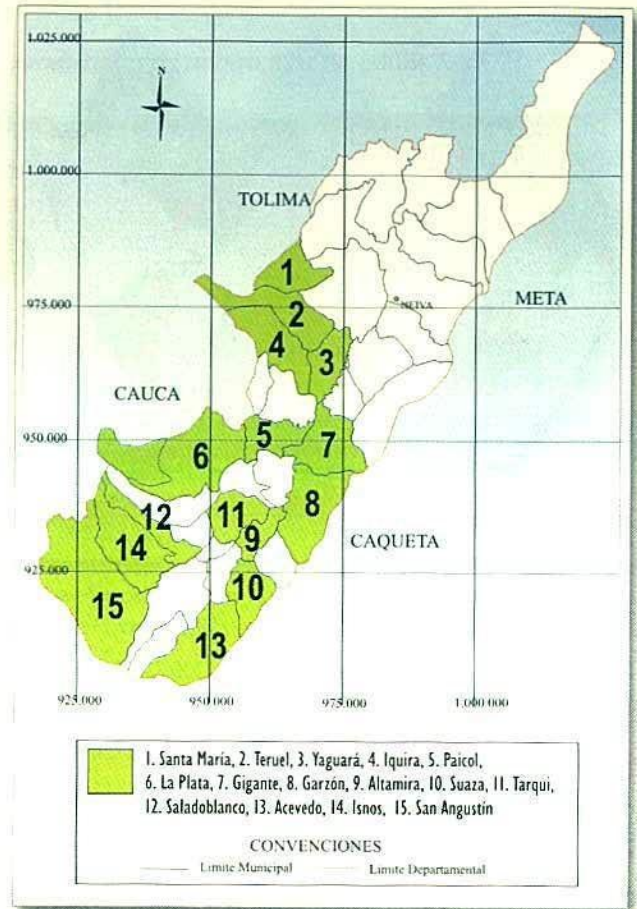


Figura 6. Municipios productores de achira en el Huila.

3.5. NOMBRES EN EL MUNDO

Tabla 1. Nombres en el mundo

PAIS	NOMBRE	PAIS	NOMBRE
Antillas Españolas	Maraca	India	Auxilio de buda
Australia	Queesland arrow - root	Indias occidentales	Maraca, imocona, platanillo, cañacoro.
Antillas Francesas	Tous les mois	Indonesia	Ganyon, dembong,
Antillas Inglesas	Queensland arrow-root	Inglaterra	Purple arrowroot
Argentina	Achera- achira	Malaya	Ganyong, keynyong
Belgica	Canna liliflora	Panama	Gruya
Brasil	Araruta bastarda	Paraguay	Ahera
Bolivia	Achira, achera	Peru	Achira-achera
Centro América	Sagú de toleman	Puertorico	Gruya
Congo Belga	Balisier feculenta.	Polinesia	Polinesia queensland
Costa Rica	Tikas, piritoya, piriqitoaya	Portugal	Imbiry
Chile	Cañacoro.	R.Dominicana	Tolomano
Ecuador	Achera, luano	Taiwan	Lotus tuber
Estados Unidos	Edible canna	Tailandia	Sakhu chin
España	Achira	Salavador	Bijao- bijagua
Filipinas	Zembul	Uruguay	Achera
Hawaii	Canna alimenticia	Vietnan	Dong rieng
		Venezuela	Capacho, maraca, achira

(1,4, 8, 15, 16, 19, 20, 23, 27, 33, 34, 35, 39, 43, 44, 49, 52, 53, 54, 61 y 67)

4. MORFOFISIOLOGÍA DE LA PLANTA

Los conocimientos relacionados con la morfología y la estructura de la planta, tienen un interés especial porque definen las pautas a seguir durante las fases de establecimiento y explotación del cultivo. Además, permiten comprender los diferentes procesos fisiológicos y las relaciones o interacciones existentes entre las plantas y componentes del medio ambiente en el cual se desarrollan, como el suelo, el agua, los nutrientes, las malezas, enfermedades y plagas.

La planta de achira esta formada por el sistema radical, los rizomas, el tallo, el sistema foliar y la inflorescencia que da origen a la semilla.

La descripción y mediciones que se registran, corresponden a ecotipos de *Canna edulis* bajo las condiciones del Huila, de donde se presentan promedios de dimensiones de un número determinado de plantas observadas.

4.1. SISTEMA RADICAL

El sistema radical esta conformado por raíces de características adventicias, fasciculadas, fibrosas, blancas y cilíndricas, que generalmente salen de la parte inferior del rizoma en forma irregular, su

emergencia en la superficie del rizoma no se ajusta a ningún patrón especial de distribución y lo hacen generalmente en grupos de 2 o individualmente.

Estas raíces consideradas primarias, dan origen a raíces laterales, secundarias y terciarias. Su color es blanco cremoso a pardo amarillento. Según la edad, son de consistencia frágil y flexibles. Sus dimensiones están influenciadas por la textura y estructura del suelo, el diámetro y grosor está relacionado con el tamaño del rizoma. Se desarrollan en los primeros 10 a 20 centímetros del suelo, en forma lateral.



Foto 10. Planta de achira.

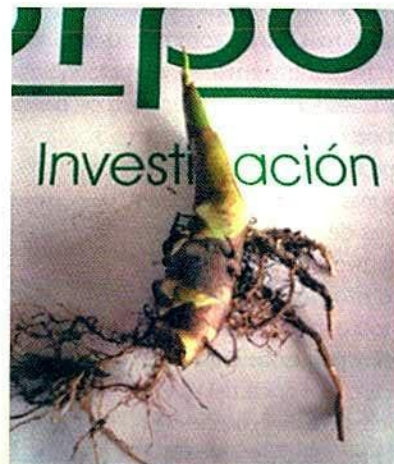


Foto 11.
Sistema radical
de la achira



4.2. RIZOMAS Y SUS YEMAS

Los rizomas son abundantes, esféricos o en forma de trompo, con la base más ancha, miden de 15 cm de largo por 3 a 12 cm de ancho. En la superficie presentan surcos transversales que marcan la base de las escamas que lo cubren. De la parte inferior salen raicillas blancas y cilíndricas, del ápice las hojas y el vástago floral.

En el corte transversal, la estructura del rizoma se parece mucho a la del banano. La epidermis está constituida por tejidos fuertes, suberizados en las partes expuestas, frescos y suaves en las que aún están cubiertas por escamas.



Foto 12. Desarrollo de yemas o brotes en los rizomas

La región cortical es angosta, más clara y compacta que el resto y pobre en almidón. El cilindro central grisáceo, de parénquima abundante en almidón y azúcar, está recorrido por muchos haces vasculares que aparecen en tono más claro (42).

Los brotes o yemas son producidas en las axilas de las escamas de los rizomas, algunas veces se encuentran en abundancia sobre los rizomas de tipo cilíndrico pero la mayor parte permanecen inactivos. Ordinariamente 3 brotes se desarrollan sobre los rizomas de tipo cónico, dos vigorosos brotes crecen sobre los rizomas de tipo oval y un número de brotes muy pequeños e inactivos, crecen en muy cortos nudos cerca del ápice del rizoma los cuales normalmente no se desarrollan y cuando algunos crecen es porque el rizoma es usado para semilla. El vigor del desarrollo del brote parece depender de la edad del rizoma padre siendo de máximo vigor cuando el padre es joven; el crecimiento es atrofiado, el tamaño de los rizomas decrece marcadamente y el desarrollo del brote es retardado cuando el padre es viejo (42, 47).

4.3. EL TALLO

Las Cannáceas tienen tallos erguidos, simples y rizomas gruesos ricos en almidón. Los tallos miden entre 0.41 y 1.77 m. de altura, se reportan plantas con tallos

Tabla 2. Composición y propiedades fisicoquímicas de los rizomas de achira (46)

Composición/100g rizoma	Base húmeda
Valor Energético, cal	130
Humedad, %	66,8
Proteína, g	0,9
Grasa, g	0,1
Carbohidrato total, g	31,3
Fibra, g	0,5
Cenizas, g	0,9
Calcio, mg	15,0
Fósforo, mg	63,0
Hierro, mg	1,4
Riboflavina, mg	0,01
Niacina, mg	0,4
Tiamina, mg	0,03
Acido Ascórbico, mg	7,0

Fuente: Montaldo, Álvaro. Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1972. P 202

de 2.5 a 3.0 m. de altura, los cuales están cubiertos por las vainas envolventes de las hojas, poseen entrenudos cortos o largos según el cultivar, de donde salen las hojas de color verde o morado dependiendo también del cultivar, y de su extremo superior sale el racimo floral; al hacer un corte transversal se puede observar los haces vasculares en los bordes y en el núcleo un tejido que llena el resto de su diámetro (16,24, 53 y 68).



Foto 13. Rizomas de achira en diferentes estados de desarrollo.

4.4. SISTEMA FOLIAR

Sus hojas son alternas con pecíolos envainados y amplexicables sin lígula, las vainas son envolventes y cubren totalmente el tallo (16,24,53,68), la lámina es entera, elíptica y ovado-elíptica con base redondeada decurrente, y generalmente son oblongas-ovales, oblongas-elípticas de 11 a 60 cm de longitud y 9.5 a 40 cm de ancho según el ecotipo. Se reporta una longitud de 70 y 20 cm de ancho máximo, en otras regiones. El color es de verde pálido a morado con bordes oscuros según el cultivar, y la base es redondeada, corta, envolvente o redondeada abruptamente decurrente en la vaina.

4.5. INFLORESCENCIA

Inflorescencia en espiga terminal, racimos y panículas irregulares, periancio compuesto por tres sépalos libres, angostos y agudos, verdes y a veces coralinos; tres pétalos más o menos unidos parecidos a los sépalos, angostos y agudos, generalmente coloreados, más largos que los sépalos y alternadamente con ellos, uno más corto que los otros. Estambres estériles más o menos petaloideas, estaminodios que representan las partes más vistosas de la flor, por lo general cinco, pero a veces menos en número, uno de ellos reflexo más angosto, que se denomina labio, otro más angosto con una curva en una de sus márgenes y la otra mitad petaloidea (16,24,68).

Estilo indiviso, simple, largo, aplanado o claviforme, conrescente con los estambres; corola poco extendida, el tubo más corto que los sépalos y formado por las bases de los tres pétalos erectos, frecuentemente rojo matizados con amarillo y amarillo pálido, oblongo lanceolados a ovados, los ápices acuminados; androceo con 5 partes, generalmente 3 estaminodios, en ocasiones solo dos bien desarrollados a menudo rojizos a naranja o amarillo pálido, con máculas rojas o naranja; ovario ínfero trilobular; óvulos numerosos, 29 por cada celda del ovario, numerosos e insertos en ángulo interno.

Fruto capsular, trivalvar, papiloso y a veces conserva restos del cáliz; semilla con albumen y embrión recto (48, 5, 68, 55).

4.6. DESARROLLO DE LA PLANTA

Se inicia con el rizoma y tallo original, crece mediante el desarrollo de brotes axilares de los nudos del rizoma. El crecimiento del colino es rápido cuando las condiciones son favorables, después de dos a cuatro semanas de plantadas brotan los renuevos y a los dos meses hay hojas



Fotos 14 y 15. Aspecto general del tallo de la achira



Foto 16. Forma y tamaño de las hojas



Foto 17. Inflorescencia de achira industrial

adultas. Cuando la planta madura, las hojas y el tallo se marchitan y el rizoma empieza a inactivarse (48, 55, 56).

En la primera generación los rizomas son pequeños y de tipo cilíndrico; la segunda y a veces la tercera tienen forma cónica, crecen cerca de la superficie del suelo, pequeña unión al padre; la tercera y cuarta generación crece cerca de la superficie del suelo y su unión al padre es grande, son ovales o esféricos y se desarrollan longitudinalmente cerca de la superficie del suelo. Las siguientes generaciones son de tipo superficial.

Los brotes son producidos en las axilas de las escamas del rizoma, algunas veces son producidos en abundancia sobre los rizomas de tipo cilíndrico.

El desarrollo de la macolla de achira tiene varios estados: el primer estado comprende el establecimiento de la planta que generalmente requiere como máximo de 3 meses durante los cuales se desarrolla la primera y segunda generación; rizomas bajo la superficie del suelo, pequeños y de menor contenido de almidón, en el segundo estado se produce un rápido desarrollo

de los nuevos rizomas; la tercera, cuarta y la quinta generación se desarrollan en rápida sucesión, los rizomas son de tipo oval superficial, y usualmente grandes. La inhabilidad del cultivo para renovar la producción de rizomas de buen tamaño después que el máximo crecimiento ha terminado, es suficiente motivo para que se coseche independiente de la edad del cultivo.

4.7. CICLO VEGETATIVO

De los 6 a los 12 meses las hojas y los tallos se marchitan y se agobian según las condiciones agro ecológicas de cada región, en ese momento se deben arrancar los rizomas pues de lo contrario se forman nuevas plantas de los brotes de los rizomas terminales.

El periodo vegetativo registrado por cultivar depende de las condiciones de suelo, clima y manejo de la plantación. En las Tablas 3 y 4 se relaciona el mes donde se obtuvo el mayor rendimiento de almidón en diferentes pisos térmicos del departamento del Huila.

Tabla 3. Ciclo vegetativo en meses por piso térmico donde se obtuvo el máximo rendimiento de almidón en el Huila

ECOTIPO	YAGUARA La Floresta 600 msnm	ALTAMIRA Hatoblanco 1.000 msnm	SAN AGUSTÍN La Estrella 1.800 msnm	LA PLATA Getzen 1.500 msnm	ISNOS Hornitos 2.000 msnm
Verde o lisa	8	8	10	8	10
Nativa	8	7	8	8	10
Morada común	10	9	10	6	10
Maituna	6	7	8	6	9
Blanca común	10	-	6	8	10
Roja de cáqueza	10	8	10	6	10
Clon verde I	10	-	7	8	-
Blanca de pasto	6	7	5	6	9

Fuente: CORPOICA Unidad Local Huila. 2003.

Tabla 4. Ciclo vegetativo en meses por piso térmico en el cual se obtuvo el máximo rendimiento de almidón en el Huila.

ECOTIPO	SUAZA Las Quemadas 1.000 msnm	ALTAMIRA El Grifo 1.250 msnm	PITALITO Ingali 1.318 msnm	GARZÓN San Gerardo 1.420 msnm
Verde o lisa	8	7	6	8
Nativa	9	9	8	8
Morada común	-	-	8	-
Maituna	9	9	8	7
Blanca común	-	-	6	-
Roja de cáqueza	7	9	-	8
Clon verde I	8	7	6	8
Blanca de pasto	7	9	6	-

Fuente: CORPOICA Unidad Local Huila. 2003.

5. ECOTIPOS REGIONALES

En Colombia se reportan algunos estudios para clasificar y definir los cultivares, relacionando ecotipos de achira para la extracción de almidón, como ornamentales y silvestres. La mayoría de trabajos de investigación para la producción de almidón se han realizado con la Blanca o Natagueña y la Morada o Bugueña (11,34 y 68), y el ICA caracterizó cuatro en Cundinamarca, Blanca, Americano, Negro y Raizado (44).

Corpoica, como resultado del proceso de investigación y caracterización de los Sistemas de Producción con achira, clasificó en tres categorías los ecotipos:

- Achiras ornamentales,
- Extracción de almidón
- Silvestre.

Conforme con la denominación que los productores en las diferentes regiones del país han dado a los ecotipos de achira productores de almidón, se han clasificado en: Rojos, Morados, Blancos y Verdes (9,10).

Tanto en Colombia como en el Huila se encuentran ecotipos que van desde el nivel del mar hasta los 2.700 metros de altura,

cultivados en pequeñas parcelas o huertas y en forma espontánea o silvestre en el bosque secundario.

5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ECOTIPOS ESTUDIADOS

En las Tablas 5, 6, 7 y 8 se describen los principales caracteres morfológicos observados en 10 ecotipos de la especie *Cana edulis* Ker, en diferentes condiciones del Huila, presentando los aspectos más sobresalientes que los caracteriza, la información corresponde a registros tomados en el año 1997 y 2003 por Corpoica.

Tabla 5. Información general de los cultivares en condiciones del municipio de Suaza, Huila.

ECOTIPO	ALTURA PLANTA (cm)	HOJAS*			CLASIFICACIÓN**				COLOR DE LA FLOR	COLINOS No.	MES A COSECHA	SEMILLA	
		N	L	A	M	R	B	V				SI	NO
Roja de Pasto	144	13	42	32		x			Roja	14	8		
Blanca Pasto	136	12	42	24			x		Amarilla	18	9		x
Nativa	177	14	60	40				x	Roja	9	8		x
Blanca Isnos	151	11	34	24			x		Roja	28	6	x	
Verde o Lisa	142	11	47	29				x	Naranja	22	8		x
Blanca Suaza	103	12	40	32			x		Rojo I.	35	8	x	
Extranjera	130	14	53	25				x	Naranja	18	8		x
Morada de Los Pinos	137	13	36	25	x				Roja	33	9	x	
Roja de Cáqueza	156	13	54	38	x				Roja	15	6		x

* Hojas: N = Número; L = Largo; A = Ancho.

** Clasificación: M = Moradas; R = Rojas; B = Blancas; V = Verdes.

Fuente: CORPOICA Unidad Local Huila. 1997.



Foto 18. Cultivo de achira en Suaza, Huila.

Tabla 6. Información general de los cultivares en condiciones de la vereda Ingali, municipio de Pitalito, Huila.

ECOTIPO	ALTURA PLANTA (cm)	HOJAS *			CLASIFICACIÓN **				COLOR DE LA FLOR	COLINOS No.	MESA A COSECHA	SEMILLA	
		N	L	A	M	R	B	V				SI	NO
NATIVA	129	14	58	35				x	Roja	14	9		x
VERDE O LISA	120	11	50	27				x	naranja	25	8		x
ROJA CÁQUEZA	121	13	46	27		x			Roja	27	8		x
BLANCA CÁQUEZA	132	13	50	29			x		Roja	36	7		x
ROJA DE PASTO	93	13	39	22		x			Roja	20	8		x
BLANCA PASTO	82	12	41	26			x		Amarilla	22	8		x
RAIZUDA	136	13	45	26				x	Naranja	19	8		x
BLANCA ISNOS	94	12	36	28			x		Roja Intenso	23	9	x	
M. LOS PINOS	97	13	34	20	x				Roja Intenso	30	9	x	x

* Hojas: N = Número; L = Largo; A = Ancho.

** Clasificación: M = Moradas; R = Rojas; B = Blancas; V = Verdes.

Fuente: CORPOICA Unidad Local Huila. 1997.

Tabla 7. Información general de siete cultivares en condiciones de la vereda El Grifo, municipio de Altamira, Huila.

ECOTIPO	ALTURA PLANTA (cm)	HOJAS *			CLASIFICACIÓN **				COLOR DE LA FLOR	COLINOS No.	MESA A COSECHA	SEMILLA	
		N	L	A	M	R	B	V				SI	NO
NATIVA	130	14	37	18				x	Roja	10	9		x
RAIZUDA	107	13	29	13				x	Naranja	13	7		x
MORADA SAN AGUSTÍN	64	11	23	10	x				Roja I.	11	6	x	
VERDE O LISA	60	10	38	17				x	Naranja	36	7		x
ROJA DE PASTO	41	14	25	11		x			Roja	11	8		x
BLANCA ISNOS	53	12	30	15			x		Rojo I.	15	8	x	
ROJA CÁQUEZA	61	13	43	20				x	Roja H.	14	9		x

* Hojas: N = Número; L = Largo; A = Ancho.

** Clasificación: M = Moradas; R = Rojas; B = Blancas; V = Verdes.

*** Roja I = Rojo Intenso, Rojo jaspado (Pintas Amarillas)

Fuente: CORPOICA Unidad Local Huila. 1997.

Tabla 8. Información general de seis cultivares en condiciones de la vereda San Gerardo, municipio de Garzón, Huila.

ECOTIPO	ALTURA PLANTA (cm)	HOJAS *			CLASIFICACIÓN **				COLOR DE LA FLOR	COLINOS No.	MESA COSECHA	SEMILLA	
		N	L	A	M	R	B	V				SI	NO
NATIVA	130	14	36	17				x	Roja	10	8		x
RAIZUDA	107	13	29	13				x	Naranja	13	7		x
M. SAN AGUSTIN	64	11	23	10	x				Roja I.	11	6	x	
VERDE O LISA	90	11	38	17				x	Naranja	24	8		x
ROJA DE PASTO	41	14	25	11		x			Roja	11	8		x
MAITUNA	81	14	30	15			x		Rojo I.	32	9	x	
ROJA CAQUEZA	72	12	43	20		x		x	Roja H.	14	7		x
MORADA PINOS	64	10			x				Rojo I.	30	7	x	
B. ALEJANDRÍA	93	11			x		x		Rojo I.	28	9	x	

* Hojas: N = Número; L = Largo; A = Ancho.

** Clasificación: M = Moradas; R = Rojas; B = Blancas; V = Verdes.

*** Roja I = Rojo Intenso, Rojo jaspiado (Pintas Amarillas)

Fuente: CORPOICA Unidad Local Huila. 1997.

5.2. DESCRIPCIÓN DE ECOTIPOS PROMISORIOS EN LAS CONDICIONES DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

Se relaciona a continuación la descripción de los ecotipos o cultivares, que por sus caracteres morfológicos e indicadores de productividad, ofrecen mejores perspectivas para su aprovechamiento en las condiciones locales de las áreas productoras del departamento del Huila, como producto de las investigaciones realizadas por CORPOICA en los últimos años, cofinanciadas por el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, PRONATTA.

5.3. ECOTIPO NATIVA I

Colectada en 1994 en la vereda el Grifo en Altamira, Huila, pertenece al grupo de las Cannas para extracción de almidón especie (*Canna edulis* Ker). El seudo tallo puede alcanzar de 1.30 a 1.77 m, cuando la planta presenta la inflorescencia, con 13-14 entrenudos de color verde claro, 13 a 14 hojas grandes con vainas envolventes de color verde biche en el haz y claro en el envés, de 37 a 60 cm de longitud y de 18 a 40 cm de ancho según las condiciones de desarrollo.

Inflorescencia compuesta se presenta entre los 4 y 5 meses, racimo laxo, flor de color rojo encendido, hay formación de ovarios, sin formación de semillas, se atrofia su desarrollo (9,10).

Rizomas de buen tamaño hasta de 750 gramos de peso, son los más grandes entre todos los ecotipos estudiados, esféricos, cónicos, con raicillas blancas cilíndricas hasta de un metro de longitud según las condiciones de suelo, pocas raicillas comparándolas con el mayor número de otros cultivares. Rizomas con el 16.05% de almidón, al realizarle un corte transversal presenta un color azulado, lo cual es un indicativo de buen contenido de almidón según su edad fisiológica. Su máximo rendimiento es de 8.930 kilogramos de almidón y se obtuvo entre 8 y 9 meses, en 1997 (9,10).



Foto 19. Ecotipo Nativa I.



Foto 20. Rizomas del ecotipo Nativa 1.

Tabla 9. Nativa 1. Rendimiento de almidón por piso térmico en diferentes épocas de cosecha. Año 2003.

ECOTIPO NATIVA I					
kg/ ha					
Cosecha Mes	Yaguará 500 m.	Altamira 1000 m	La Plata 1500 m.	S. Agustín 1.800 m.	Isnos 2000 m.
5	387	1152	1159	1.790	695
6	371	1082	703	2.904	853
7	502	2294	1431	3.664	297
8	998	1051	1571	1.746	938
9	652	1158	1072	1.241	948
10	1.006	728	965	1.088	1028

Fuente: CORPOICA Unidad Local Huila. Pronatta 2003

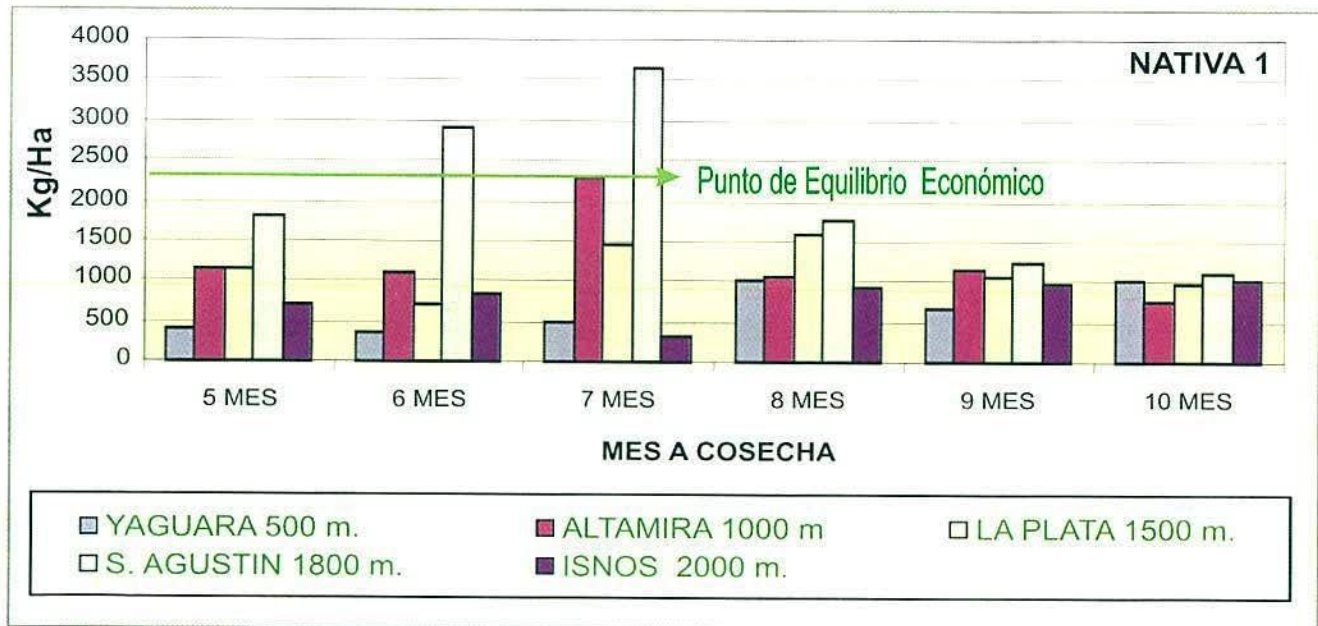


Figura 7. Rendimiento del ecotipo Nativa 1 por piso térmico en diferente época de cosecha.

El mayor rendimiento de almidón del ecotipo Nativa 1 se obtuvo a los 1.800 msnm en el municipio San Agustín, a los 7 meses; el punto de equilibrio económico solo se alcanzó en San Agustín en el mes 6 y 7, y en Altamira en el mes 7. Los rendimientos de almidón obtenidos en los otros pisos térmicos no compensan los costos de producción, por lo tanto, no es viable económicamente el cultivo en las condiciones presentadas durante la investigación.

5.4. ECOTIPO VERDE O LISA

Colectada en la vereda Estaquica, municipio de Quetame, Cundinamarca en 1995, precoz, cultivar para extracción de almidón, de

la especie (*Canna edulis* Ker), tolera suelos ácidos y de baja fertilidad, se ha observado buen comportamiento en la zona, su pseudo tallo alcanza entre 0.60 y 1.42 m. de altura al iniciar la floración, de color verde claro, liso, de donde proviene su nombre, de 10 a 11 entrenudos e igual número de hojas, lanceoladas bien definidas de color verde, nervadura central amarilla, con una longitud entre 38 y 50 cm por 17 a 29 cm de ancho (9,10).

Inflorescencia compuesta poco ramificada, racimo laxo, flor de color naranja con algunos halos amarillentos, poca formación de ovarios tricarpelares y no se ha observado la formación de semilla sexual.

Rizomas bien definidos, cónicos, 4 a 5 entrenudos, de su intermedio nacen las raicillas en pares y las nuevas yemas, es-



Foto 21. Ecotipo Verde o Lisa.

camas de color verde con tonalidades moradas en la base, su desarrollo se realiza alrededor de la planta madre. El periodo vegetativo depende de las condiciones de la zona, obteniendo su mejor rendimiento en almidón a los 7 meses, con la característica que mantiene su contenido de almidón estable desde los 6 meses, el desarrollo de los rizomas también ocurre cerca al nivel del suelo. Presentan la característica de ser blandos para el rallado (9).

Tabla 10. Rendimiento de almidón del ecotipo Verde o Lisa por piso térmico, año 2003.

ECOTIPO VERDE O LISA					
RENDIMIENTO DE ALMIDÓN AÑO 2003 POR PISO TERMICO					
Cosecha Mes	Yaguará 500 m	Altamira 1.000 m	La Plata 1.500 m	S. Agustín 1.800 m	Isnos 2.000 m
5	408	1.080	1.121	1.249	894
6	453	1.361	634	2.699	1.002
7	436	2.137	925	2.382	428
8	815	1.944	1.332	2.401	839
9	520	875	724	1.369	934
10	838	619	1.270	1.464	1.620

El mejor índice de conversión 15.2 %, se obtuvo a los 8 meses con un rendimiento de almidón de 6.010 kg/ha en 1997 en condiciones de normal precipitación; en el 2003 el mayor rendimiento de almidón del ecotipo Verde o Lisa se obtuvo a los 1.800 msnm en el municipio San Agustín a los 6 meses. El punto de equilibrio económico en el rendimiento de almidón solo se alcanzó en San Agustín en los meses 6, 7 y 8, y en Altamira en el mes siete. Los rendimientos de almidón obtenidos en los otros pisos térmicos no compensan los costos de producción, por lo tanto, no es viable económicamente el cultivo en las condiciones presentadas durante la investigación.

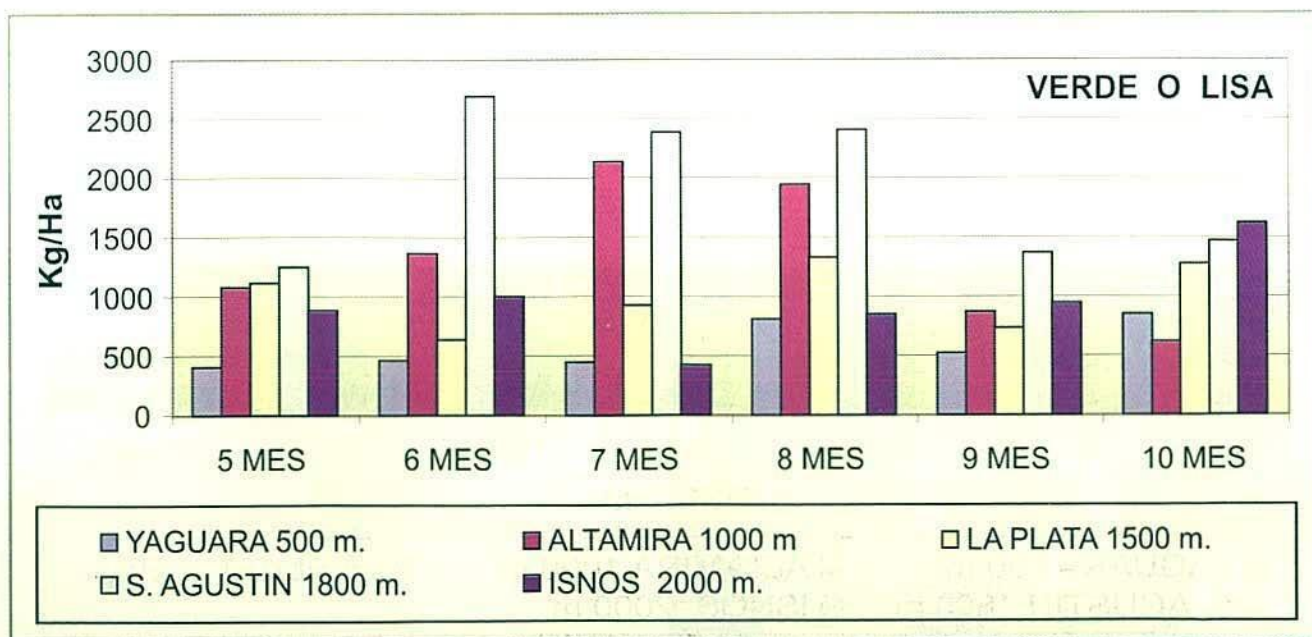


Figura 8. Rendimiento de almidón del ecotipo Verde o Lisa por piso térmico.

5.5. ECOTIPO MAITUNA I

Colectada en la vereda Plomadas, municipio de Isnos en 1.994. Cultivar utilizado en la región para la extracción de almidón. El seudo tallo es de color verde claro, con los bordes de las vainas envolventes pálidos casi blancos, de 0.51 a 1.03 m. de altura según las condiciones de suelo, con 12 - 13 entrenudos con igual número de hojas, estas son de color verde claro en el haz y en el envés más claro, con una longitud entre 30 y 36 cm por 15 a 28 cm de ancho (9).

Flor de color rojo intenso, inflorescencia bastante ramificada, produce de 3 a 5 semillas con endospermo duro, de color negro. Los rizomas son de color blanco irregulares, con escamas blancas y en los bordes morados, su mejor contenido de almidón se logra entre los 8 y 10 meses de desarrollo vegetativo dependiendo de las condiciones agroecológicas donde se encuentre, siendo su mejor índice de conversión 14.7 % a los 9 meses, con un rendimiento 8.463 kg/ha de almidón.

Tabla 11. Rendimiento de almidón del ecotipo Maituna I por piso térmico, año 2003.

ECOTIPO MAITUNA I					
RENDIMIENTO DE ALMIDÓN POR TÉRMICO					
Mes a cosecha	Yaguará 500 m	Altamira 1.000 m	La Plata 1.500 m	S. Agustín 1.800 m	Isnos 2.000 m
5 mes	596	767	548	1.602	620
6 mes	705	1.834	261	1.837	601
7 mes	899	2.556	817	1.027	357
8 mes	644	2.042	933	1.286	695
9 mes	336	793	750	1.364	698
10 mes	214	759	821	845	866

En el 2003, tanto el mayor rendimiento de almidón como el punto de equilibrio económico del ecotipo Maituna I se obtuvieron a los 1.000 msnm en el municipio Altamira, a los 7 meses. Los rendimientos de almidón logrados en los otros pisos térmicos no compensan los costos de producción, por lo tanto, no es viable económicamente el cultivo en las condiciones presentadas durante la investigación.



Foto 22. Ecotipo Maituna.

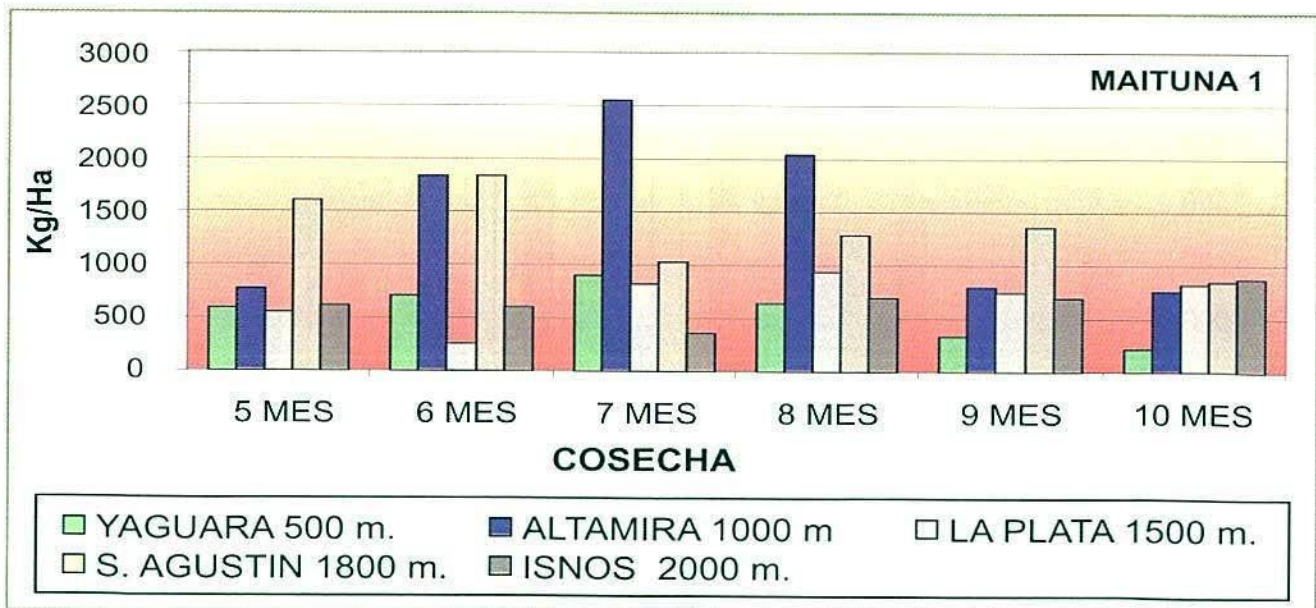


Figura 9. Rendimiento de almidón del ecotipo Maituna 1 por piso térmico, año 2003.

5.6. ECOTIPO BLANCA DE PASTO

Colectada en 1995 en el municipio de la Cruz Nariño. Presentó una rápida adaptación a las condiciones de la zona, de buen macollamiento y rápido desarrollo de la segunda a la quinta generación de rizomas; seudo tallo de color verde claro, alcanza una altura entre 0.81 a 1.36 m, con 12 entrenudos; 12 a 13 hojas lanceoladas, verde biche en el haz y verde claro en el envés, con vainas envolventes al seudo tallo, y una longitud entre 40 y 42 cm y un ancho entre 24 y 26 cm (9).

Inflorescencia compuesta, ramificada con racimo laxo; flor de color amarillo, ovario tricarpelar, no se ha observado la formación de semilla. Rizomas cilíndricos, con buena cantidad de raíces, escamas verdes claras, su formación prácticamente es sobre el nivel del

suelo, su mejor contenido de almidón se obtuvo a los 6 meses con un 14,19% de índice de conversión y un rendimiento de 6.073 kilogramos por hectárea de almidón.

En el año 2003 el mayor rendimiento de almidón del ecotipo Blanca de Pasto, en condiciones de bajas precipitaciones, se obtuvo a los 1.000 msnm en el municipio Altamira, a los 7 meses, y en el mismo tiempo se logró el punto de equilibrio económico. Los rendimientos de almidón obtenidos en los otros pisos térmicos no alcanzaron el punto de equilibrio con los costos de producción, por lo tanto, no es viable económicamente el cultivo en las condiciones presentadas durante esa época.

Tabla 12. Rendimiento de almidón del ecotipo Blanca de Pasto por piso térmico, año 2003.

ECOTIPO BLANCA DE PASTO					
RENDIMIENTO DE ALMIDÓN POR PISO TÉRMICO					
Mes a cosecha	Yaguará 500 m	Altamira 1.000 m	La Plata 1.500 m	S. Agustín 1.800 m	Isnos 2.000 m
5 mes	1042	1836	1985	1589	284
6 mes	693	1975	1266	1550	293
7 mes	898	2860	1617	1006	152
8 mes	1089	1863	166	1022	168
9 mes	466	1213	641	869	139
10 mes	990	658	654	1289	449

5.7. ECOTIPO ROJA DE CÁQUEZA

Colectada en la Vereda Estaquicá, municipio de Quetame, Cundinamarca, en 1994. De seudo tallo morado, con 12 o 13 entrenudos e igual número de hojas, con una altura entre 61 y 121 cm al iniciar floración, hojas rojas en el haz y rojas claras en el envés, presenta entre 43 y 46 cm de longitud y 20 a 29 cm de ancho (9).

Inflorescencia ramificada, racimo laxo; flor de color rojo encendido con halos amarillos, hay formación de ovarios tricarpelares. En las condiciones de la zona no se ha observado producción de semilla sexual. Sus rizomas son cónicos de buen tamaño, se forman alrededor del colino madre, a nivel del suelo, con 4 a 5 entrenudos de donde emiten escamas de color rojo en las puntas y verde en la base, si no es cosechada sigue emitiendo nuevas yemas funcionales, después de agobiarse los tallos que completaron su ciclo. En 1997 se obtuvo 13.7% como el mejor índice de conversión y un rendimiento de 6.097 kg/ha de almidón, a los 7 meses en buenas condiciones de suelo y a los 9 meses en suelos de baja fertilidad.

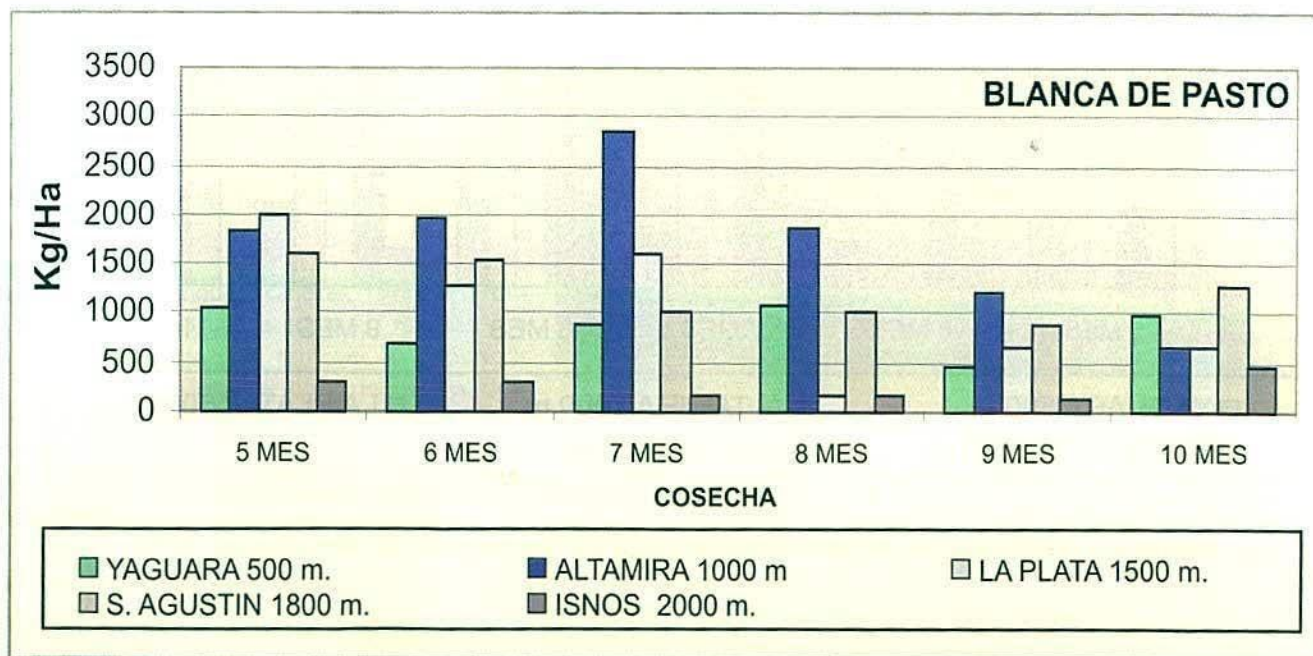


Figura 10. Rendimiento de almidón del ecotipo Blanca de Pasto por piso térmico, año 2003.

El mayor rendimiento 1.620 kg/ha de almidón, se obtuvo a los 1.800 msnm en San Agustín a los ocho meses, sin embargo, 2350 kg/ha no alcanza el punto de equilibrio del rendimiento de almidón frente a los costos totales de producción, observando en consecuencia, que no es viable económicamente en las condiciones que se desarrolló el cultivo (bajas precipitaciones).

Tabla 13. Rendimiento de almidón del ecotipo Roja de Cáqueza por piso térmico, año 2003.

ECOTIPO ROJA DE CÁQUEZA					
RENDIMIENTO DE ALMIDON POR PISO TERMICO					
Mes a cosecha	Yaguará 500 m	Altamira 1.000 m	La Plata 1.500 m	S. Agustín 1.800 m	Isnos 2.000 m
5 mes	352	407	885	1.657	381
6 mes	249	780	799	1.525	209
7 mes	277	1.321	693	1.576	272
8 mes	461	1.105	714	1.620	549
9 mes	181	1.380	652	1.271	420
10 mes	1163	495	765	890	714



Fotos 23 y 24. Ecotipo Roja de Cáqueza.

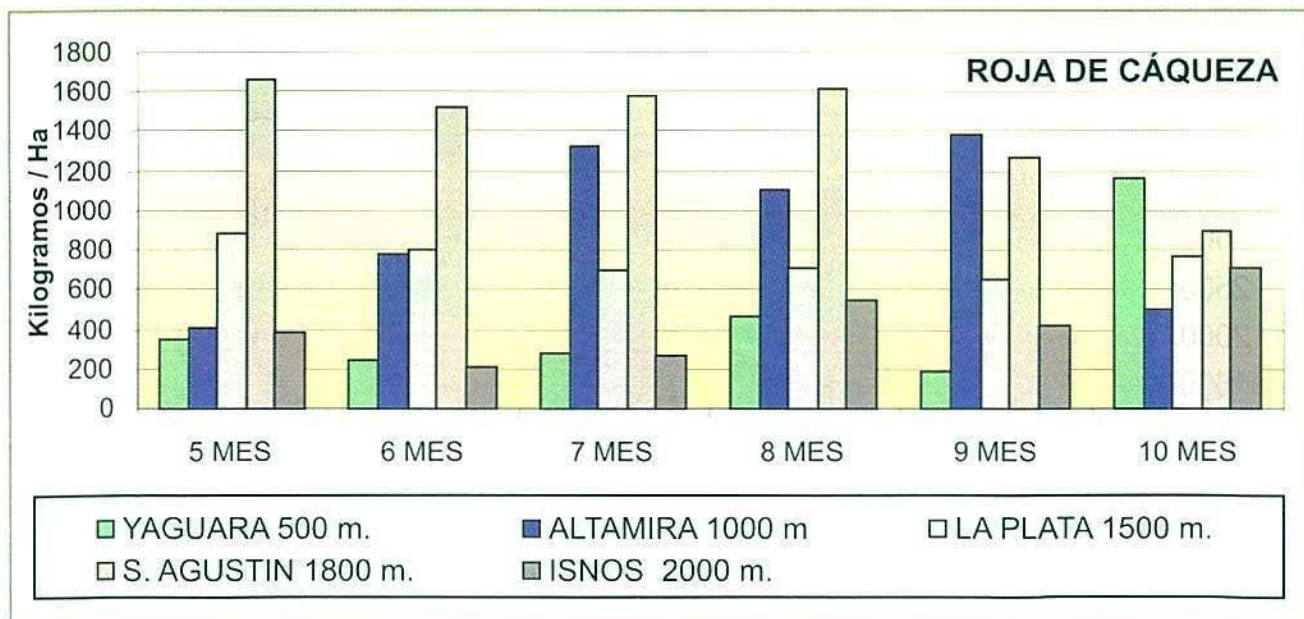


Figura 11. Rendimiento de almidón del ecotipo Roja de Cáqueza por pisos térmicos, año 2003.

6. ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO

6.1. CLIMA

La achira requiere áreas libres de heladas durante el período de maduración de los rizomas; los máximos rendimientos se han obtenido en sitios donde los días y las noches tienen periodos cortos de variación de temperatura, entre los 21 y 23° C. En términos generales, la planta se puede desarrollar desde los 9 hasta los 30-32° C (36), y desde el nivel del mar hasta los 2.700 metros de altura, sin embargo, la viabilidad económica del cultivo, está sustentada en los rendimientos de almidón y según los resultados de 10 años de investigación la máxima ecoeficiencia se obtiene entre los 1.000 y 1.600 metros de altitud, con 1.000 a 1.200 mm de precipitación bien distribuidos.

En la Figura 12, se aprecia el rango de altitud sobre el nivel del mar, donde los productores de achira por su saber popular establecen sus cultivos, corresponde a 21 cultivos estudiados en el Huila en el año 2002.

6.2. PRECIPITACIÓN

Requiere durante su periodo vegetativo precipitaciones de 1.000 a 1.200 mm bien distribuidos; resiste periodos de sequía, la excesiva

humedad produce un desarrollo anormal del follaje y los rizomas, presentándose pudrición radical de la planta.

Se puede afirmar que la principal variable que afecta los rendimientos de rizoma y almidón, es la precipitación en los primeros 6 meses del ciclo vegetativo, como se aprecia en la Figura 13 en donde se observa los rendimientos en almidón del ecotipo Nativa 1, obtenidos en condiciones normales de precipitación en las zonas productoras en 1997 y los obtenidos en el año 2002-2003 (9), que fue un período caracterizado por bajas precipitaciones en regiones como La Plata, San Agustín e Isnos donde los promedios normales oscilan en

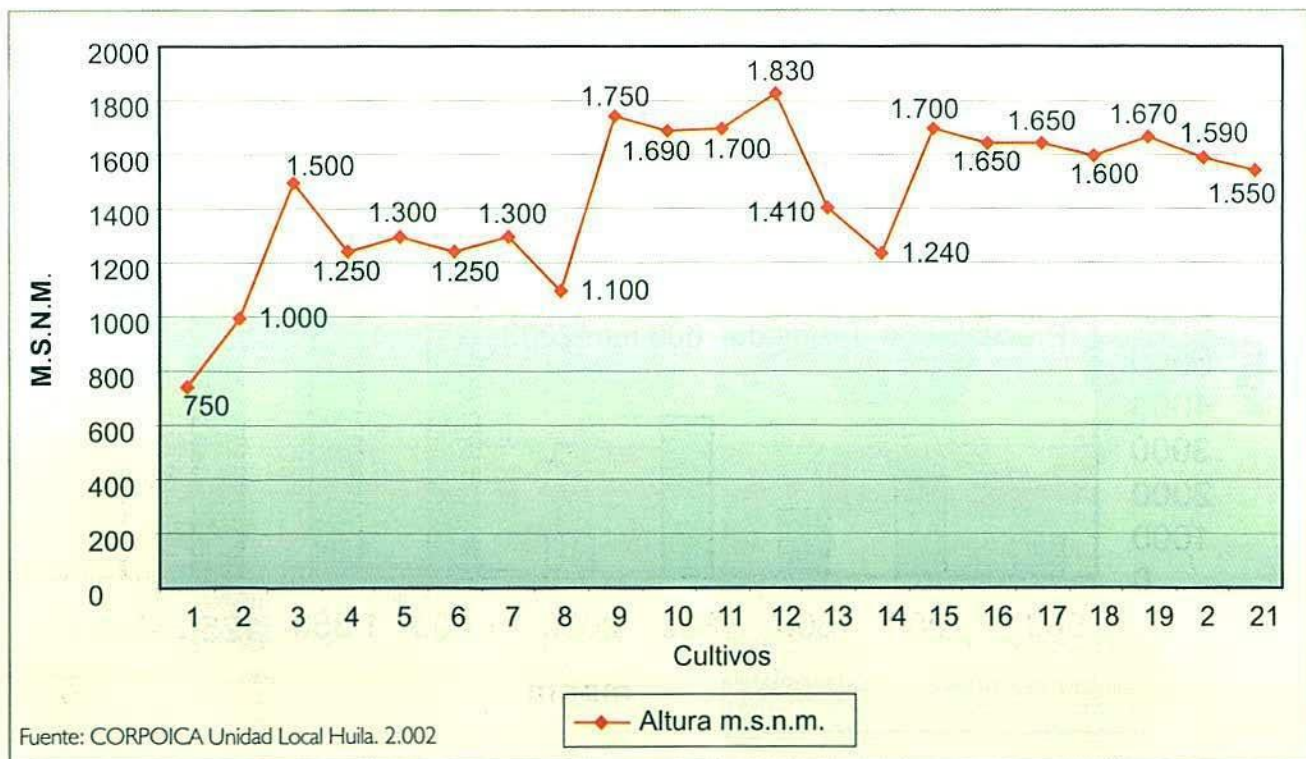


Figura 12. Comparativo de altitud donde se encuentran los cultivos en el Huila.

1.200 mm anuales, consecuentemente la influencia es mucho mayor en áreas secas del trópico bajo como Yaguará.

De lo anterior se deduce, que en estas regiones para que el desarrollo del cultivo sea viable se requiere la aplicación de riego pues los rendimientos obtenidos con limitantes de agua en el ciclo vegetativo, no superan el punto de equilibrio y el umbral económico de 2.350 kg/ha de almidón.

6.3. SUELOS

Se desarrolla en una amplia gama de suelos, su mejor comportamiento se ha obtenido en suelos sueltos, francos, franco

arenoso o franco limosos, ricos en materia orgánica, no resiste encharcamientos prolongados, tolera la acidez y crece en pH de 4.5 a 7.5, su mejor comportamiento se observa en pH de 5.0 a 6.5.

En el análisis de las variables que afectaron o contribuyeron en los rendimientos obtenidos en cada piso térmico donde se desarrolló la investigación, en 1997 y 2002- 2003, se observó la relación entre los rendimientos en rizoma y almidón y la precipitación de la respectiva región, el pH del suelo y el contenido de materia orgánica y N disponible.

Tabla 14. Comparativo del rendimiento de almidón de los ecotipos seleccionados en relación con la precipitación y altitud, en los años 1997 y 2003.

Precipitación	1.100	1.600	1.200	650	600	650	1.000	1.500	1.000
Altitud	1.050 m	1.318 m	1.420 m	1.350	500 m	1.000 m	1.500m	1.750	2.000
	Municipios								
ECOTIPOS	Suaza	Pitalito	Garzón	Altamira	Yaguará	Altamira	La Plata	San Agustín	Isnos
NATIVA	8.797	8.262	8.930	6.887	997	2.294	1.571	3.664	1.028
VERDE O LISA	6.010	4.950	3.075	5.193	815	2.137	1.333	2.699	1.620
MAITUNA	4.657	8.473	3.486	4.223	898	2.550	933	1.836	865
BLANCA DE PASTO	6.073	4.704		3.009	1.089	2.860	1985	1.314	447
ROJA DE CÁQUEZA	6.668	6.097	3.382	4.384	1.163	1.380	885	1.657	714

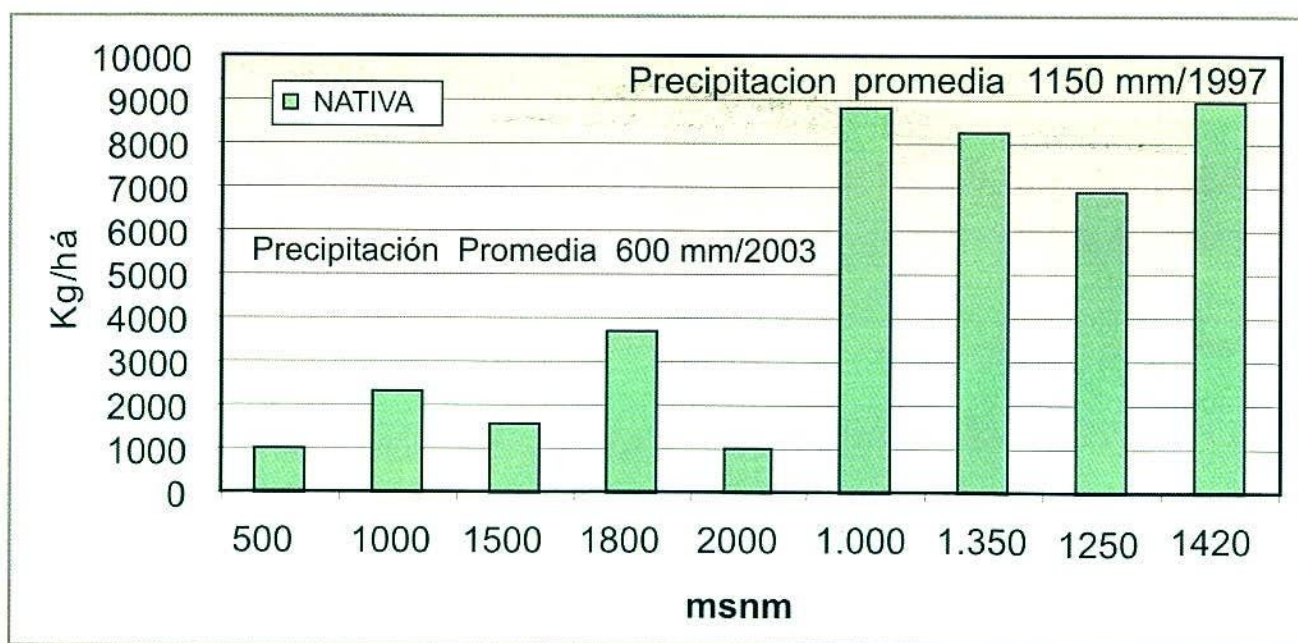


Figura 13. Comparativo de rendimiento de almidón del ecotipo Nativa 1 con diferentes niveles de precipitación en diferentes pisos térmicos

Tabla 15. Condiciones agroecológicas de las zonas de investigación en el departamento del Huila.

Municipio	Vereda	Región natural	Zona agroecológica	msnm	T° Media	Precipitación mm
Pitalito	Ingali	Valle Interandino	Me	1.318	22 °C	1.600
Altamira	El Grifo	Andina	Cx	1.350	23 °C	650
	Hatoblanco	Valles Interandinos	Mi	1.000	24 °C	650
Suaza	Las Quemadas	Valles Interandinos	Me	1.050	24 °C	1.100
Garzón	San Gerardo	Andina	Mg	1.420	21 °C	1.250
San Agustín	La Estrella	Andina	M	1.750	18 °C	1.500
Isnos	Hornitos	Andina	Fni	2.000	17 °C	1.000
La Plata	Getzen	Andina	Mg	1.500	20 °C	1.300
Yaguará	La Floresta	Valles Interandinos	Ci	600	26 °C	600

Fuente: ICA Estado actual de la Asistencia Técnica, municipios DRI Creced Sur Huila. HIMAT registros meteorológicos, Sur Huila. CORPOICA, Unidad local Huila

Tabla 16. Características de los suelos en los sitios donde se desarrolló la investigación en las áreas productoras.

MUNICIPIO	pH	M.O%	S	N	P	K	Mg	Ca	Al	Na	Fe	B	Cu	Mn	Zn	CIC	Prof.	Text
Pitalito - Ingali	4.82	5.53	-	0.28	4.0	0.40	1.89	2.77	1.27	0.27	857	-	2.19	88.8	2.8		40	Ar-L
Altamira - Grifo	5.05	2.49	-	0.13	10.7	1.02	2.11	3.45	0.75	0.08	279	0.2	0.52	15.4	9.96		15	Ar
Altamira - Hatoblanco	4.86	2.76	-	0.14	75.7	0.66	1.01	2.00	0.33	0.03	340	-	1.00	21.78	3.84		10	Ar-ArC
Garzón - San Gerardo	4.7	5.25	-	0.26	4.0	0.14	0.45	1.47	1.62	0.07	523	-	2.32	52.8	1.988		30	Ar-ArC
Suaza - Las Quemadas	5.1	4.2	-	0.20	11.0	0.25	1.6	3.7	0.5	0.27	916	0.29	0.2	44.6	3.2	..	45	FAARC
La Plata - Getzen	5.7	3.4	3	-	8	0.44	2.2	6.3	0.2	0.1	102	0.21	4.4	12.1	1.2	9.1	19	FA
San Agustín - La Estrella	5.3	4.6	8	-	8	0.42	1.1	2.9	0.7	0.1	240	0.20	2.4	25.0	3.2	5.4	30	
Isnos - Hornitos	5.6	12.7	9	-	4	0.28	0.6	1.6	0.3	0.1	154	0.18	4.1	4.9	3.3	3.3	30	FAr
Yaguará - La Floresta	6.7	1.3	11	-	9	0.16	1.4	5.5	0.0	0.1	52	0.25	1.9	11.2	2.4	7.3	15	ArA

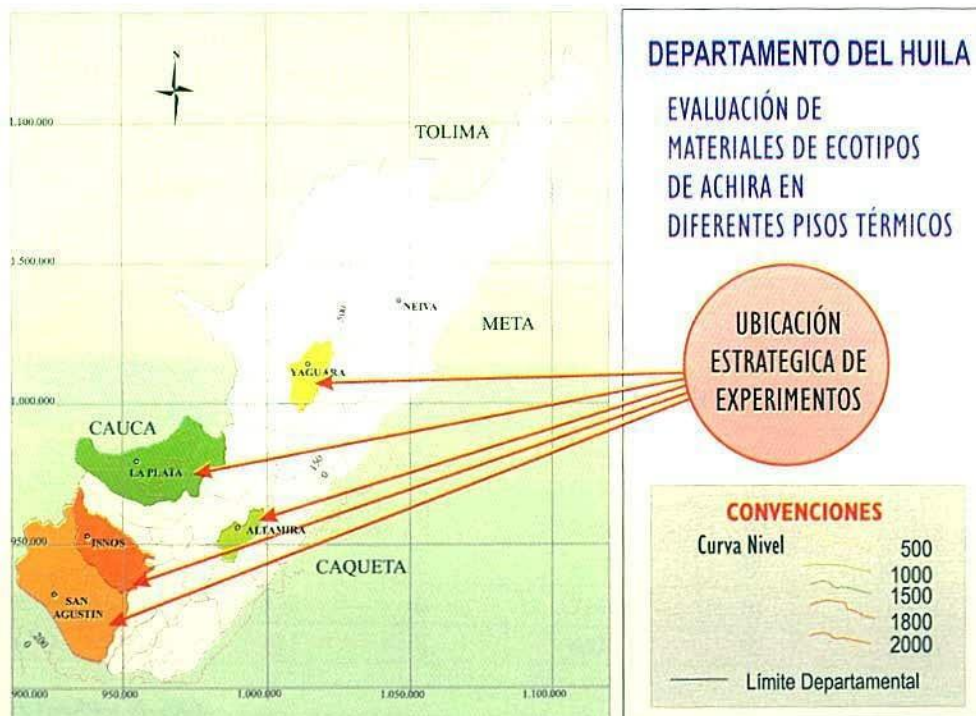


Figura 14. Ubicación estratégica de experimentos en el Huila.

7. ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

La correcta selección del lote es necesaria para obtener un buen rendimiento en rizomas y almidón, minimizar los problemas que se presentan en su desarrollo por incidencia de factores ambientales adversos como sequía y exceso de lluvias, evitar la degradación del suelo por erosión y propiciar las condiciones mínimas para el desarrollo del cultivo con prácticas amigables con el medio ambiente.

7.1. SELECCIÓN DEL TERRENO

Se debe seleccionar un lote de topografía plana, ondulada o ligeramente pendiente (1-20 %), con suelo de textura franco arenoso o franco arcilloso, con una profundidad mínima de 0.30 m, buen drenaje, con un contenido mayor de 5% en materia orgánica, fértil y en el cual, históricamente, se hayan obtenido buenos rendimientos con otros cultivos; con un mes de anticipación a la siembra se debe hacer el análisis de suelo.

Debe tener disponibilidad de agua para riego y para el proceso de la extracción del almidón de los rizomas, debe estar ubicado lo más cerca de las instalaciones para el beneficio, con el fin de minimizar los costos en acarreo y transporte de los rizomas.

7.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

En las áreas con disponibilidad de maquinaria o arados de tracción animal se recomienda arar, rastrillar y nivelar dependiendo esta última de la zona donde se vaya a establecer el cultivo. El crecimiento del rizoma con tendencia hacia la superficie, en diferentes ecotipos denominado geotropismo negativo, permite recomendar que se debe arar a una profundidad de 20 cm, luego realizar una o dos rastrilladas con el propósito que el terreno quede bien mullido, facilite la rápida emergencia y el desarrollo radical.

Nivelar y hacer drenajes, facilita el curso del agua a través del terreno evitando así posibles encharcamientos.



Foto 25. Preparación del suelo

En terrenos pendientes se debe utilizar las prácticas de labranza reducida para la preparación del suelo, como preparación manual, eliminar malezas y remover el suelo solo en los sitios de siembra. La preparación manual consiste en dejar el lote completamente limpio (rocería) y apto para la siembra (Foto 26).

7.3. TRAZO Y PREPARACIÓN DE HOYOS

Se trazan los surcos a través de la pendiente, a una distancia de un metro y se procede preparar los hoyos en los sitios de siembra, cada 0.5 a 0.75 m se hacen hoyos de 20 cm de profundidad por 15 cm de ancho y 15 cm de largo. Esta labor es indispensable donde se ha utilizado labranza mínima (Foto 26).

7.4. SEMILLA

Se utiliza como material de propagación los rizomas laterales más jóvenes o parte de ellos con yemas vigorosas de porte medio o grande, provenientes de plantas sanas de buen desarrollo y rendimiento. No se debe utilizar los rizomas de los tallos viejos, sus

brotos demoran hasta 60 días en emerger, perjudicando la uniformidad del cultivo

7.5. PREPARACIÓN DE LA SEMILLA

A los rizomas seleccionados para semilla, se les cortan las raíces secundarias, escamas secas y parte del rizoma donde hay mayor concentración de almidón por ser de mayor edad fisiológica. Luego se hace un corte en bisel de la yema apical, 2 centímetros por encima del punto de crecimiento.

7.6. ESTABLECIMIENTO DE SEMILLEROS

Es conveniente establecer semilleros con anticipación, con el objeto de asegurar la cantidad de semilla necesaria para la siembra comercial de tal manera que coincida la cosecha con el establecimiento del cultivo. Los rizomas necesarios para semilla se pueden obtener de los 3 a los 5 meses de instalado el semillero, para asegurar la mayor cantidad de material. El manejo agronómico del semillero es el mismo descrito para el cultivo. Para el establecimiento de una hectárea se requiere un semillero de 1.000 metros cuadrados (9).

7.7. ESTABLECIMIENTO Y DENSIDAD

El conocimiento del productor sobre la fertilidad de los suelos de su finca, es clave para determinar una adecuada distancia de siembra y minimizar costos en las diferentes labores, por lo tanto, con base a la experiencia y el saber de los productores se debe tomar la determinación de la densidad a emplear.

La distancia de plantación depende de la fertilidad del suelo, del porte del cultivar y de la pendiente del terreno. Los experimentos



Foto 26. Preparación de suelo, trazo y aboyado en lotes de ladera.



Foto 27. Siembra de achira.



Foto 28 . *Diferentes tipos de semilla de acbira*

realizados en el Huila han determinado que las distancias más adecuadas son de 1,0 x 0,5 m, 1,0 x 0,75 m y 1,0 x 1,0 m para cultivares de porte bajo, medio y alto respectivamente, requiriendo 20.000, 13.333 y 10.000 rizomas o semillas para cada caso, si se utiliza un colino por sitio. La distancia entre surcos puede también disminuirse en suelos de baja fertilidad a 0,75 m (9,10).

Para la siembra, se procede en primer término a aplicar abono orgánico como bovinaza, gallinaza, lombriabono, ceniza o compost en el fondo del hoyo, revolviéndolo con tierra del mismo, luego se siembra el rizoma cubriéndolo totalmente con tierra a una profundidad de 10 centímetros por debajo del nivel del suelo.

7.8. RESIEMBRA

Si se utiliza semilla de óptima calidad no es necesaria esta labor. En caso requerido se hace máximo hasta 30 días después de la siembra, tiempo que requiere la plantación para la emergencia general del cultivo.

De los 15 a 30 días la emergencia de los rizomas debe ser del 90 al 100%, transcurrido este período y si el porcentaje es inferior a 80 % se procede a realizar la resiembra.

7.9. SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN

La fertilización depende de los resultados del análisis de suelo, en términos generales se recomienda el uso de 200 a 1.000 gramos de abono orgánico al momento de la siembra, según la disponibilidad de la zona. El abono o fertilizante a utilizar se aplica en el fondo del hoyo mezclando con la tierra y se procede a sembrar los rizomas a 10 cm por debajo del nivel del suelo, cubriéndolo totalmente con tierra.



Foto 29. *Semilleros.*



Foto 30. *Abonamiento de la acbira.*



Foto 31. *Densidad de siembra según fertilidad del suelo.*



Foto 32. *Abonada de la achira.*

8. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

8.1. MANEJO DE MALEZAS

El período más crítico de competencia entre la achira y las malezas ocurre en los primeros 60 días, dependiendo de las condiciones agroecológicas. El manejo debe ser integrado con el uso del control manual o mecánico y cultural. Este último se hace empleando las prácticas recomendadas de: preparación de suelo, sistema y distancia de siembra, semilla de buena calidad, selección del lote y fertilización.

El control manual se realiza con pala o azadón haciendo desyerbas de las calles y aporcando las plantas a los 30 días después de la germinación y a los 90 días se realiza otro control con machete en las calles.

Si las condiciones de desarrollo del cultivo son normales, de 3 a 4 meses después de la germinación, el cultivo controla la emisión de malezas; el conocimiento del productor sobre la fertilidad de los suelos de su finca, es clave para determinar una adecuada distancia de siembra y minimizar costos en esta labor, si se utiliza una baja densidad en suelos de baja fertilidad, la competencia por malezas incrementará el costo de producción.

8.2. FERTILIZACIÓN

El rendimiento del cultivo en rizomas, está en relación directa con la fertilidad de los suelos (15, 16). El crecimiento, desarrollo y rendimiento dependen de factores inherentes a la planta, medio ambiente y disponibilidad en el suelo de los 16 elementos nutritivos, denominados, según las cantidades extraídas, como macro y micro nutrientes.

La achira generalmente no es fertilizada en las zonas de cultivo (1) porque la respuesta a la aplicación de abonos orgánicos es muy buena, enriquecida por el afrecho de la misma achira más otros desperdicios domésticos, lo cual se sugiere aplicar a lo largo del surco, complementado con fertilizantes químicos de acuerdo con el análisis de suelo (29).

Experimentos realizados en Hawai y Costa Rica demuestran que la aplicación de los fertilizantes químicos al cultivo no producen incrementos significativos en los rendimientos (42, 56).

Ensayos realizados en Colombia sobre suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas, de textura liviana y ricos en materia orgánica, no mostraron evidencias de respuesta a la aplicación de 150 kg de K₂O y 50 kg de P₂O₅ (34). En el municipio de San Pablo, Nariño, con la aplicación de las fórmulas 15-15-15 y 13-26-6 y niveles de 0-50-100-150-200 y 250 kg, el incremento en la producción de almidón como respuesta a la fertilización, no compensó los costos del insumo utilizado (29).

Los abonos orgánicos tales como residuos vegetales, estiércol de animales y compost bien deshecho inciden en mayor rendimiento (12). En El Grifo y Hatoblanco, municipio de Altamira, Huila, hubo respuesta a la aplicación de gallinaza y bovinaza colectada en corrales y establos, en dosis de 2 kg por sitio de siembra, observándose efecto positivo en el desarrollo de las plantas e incremento de los rendimientos de almidón, cuando las condiciones del suelo



Foto 33. Desarrollo del cultivo a los 3-4 meses.

eran de muy baja fertilidad; los rendimientos se relacionan en la Tabla No 17 (9).

La recomendación general es el uso de abonos orgánicos disponibles en la zona y fertilizar al momento de la siembra, o hacer la aplicación antes del aporque en el sentido del surco para incorporarlo al suelo con esta labor.

8.3. MANEJO DEL MEDIO DE DESARROLLO DE LA PLANTA

Es un hecho claro que la producción y su calidad, no dependen únicamente de la potencialidad productiva de las plantas, sino también del grado de integración alcanzado con los componentes del medio en el cual se desarrolla, o sea clima y suelo. Asumiendo hipotéticamente que la planta es la indicada y el clima el apropiado, la producción quedaría supeditada a los efectos determinantes del suelo; sin embargo, aquí se debe tener presente que la obtención de buenas cosechas depende de sus propiedades físicas y químicas y del manejo de algunos factores relacionados con el medio de desarrollo como riego, drenajes, manejo de malezas y fertilización.

8.4. RIEGO

De manera general se puede afirmar que el cultivo de achira no se riega artificialmente en las áreas de producción, la razón principal es que en las regiones donde se siembra esta especie, normalmente

se caracterizan por tener una precipitación promedio de 1.200 mm anuales (32). Cuando se presentan épocas de verano prolongadas, se reduce hasta en un 70% los rendimientos en rizoma y almidón, hecho que se evidenció y evaluó, comparando la investigación desarrollada en los años 1997 y 2002 (Figura 13), de donde se deduce que la variable que afectó con mayor relevancia los rendimientos de los cultivos, fue la precipitación, debido a que las otras condiciones agroecológicas fueron similares.

Si no hay o es baja la precipitación en la fase inicial y en la de desarrollo del cultivo de achira, hay que prever la utilización del riego artificial, el cual no es necesario en la época próxima a la cosecha.

En términos generales cuando la evaporación de un lugar es mayor que la precipitación todos los cultivos necesitan riego.

8.5. DRENAJES

La achira es un cultivo sensible al exceso de humedad, tolera más el déficit, por ello requiere suelos de textura media a fina, de buena estructura, bien drenados y profundos y de alta capacidad de retención.

El requerimiento de un drenaje solo se establece con la sensibilidad del cultivo a los excesos de humedad, en los suelos de las zonas de minifundio, un productor no tiene alternativas de selección de lotes con todas las características ideales para el cultivo, por ello el asistente técnico debe conocer las condiciones físicas para determinar la conveniencia oportuna de la construcción de drenajes.

Tabla 17. Indicadores de productividad obtenidos en la vereda El Grifo, municipio de Altamira.

ECOTIPO	INDICE DE CONVERSIÓN %	MES	RENDIMIENTO DE ALMIDON kg	MES	RENDIMIENTO DE RIZOMAS kg	MES
VERDE O LISA	15.7	9	5.193	7	43.000	7
NATIVA	15.1	9	6.887	9	45.400	9
MAITUNA	9.9	6	4.223	8	48.400	6
BLANCA COMUN	10.6	8	1599	8	19.700	7
ROJA DE CAQUEZA	12.7	9	4.384	7	33.800	9
CLON VERDE I	15.7	9	5193	7	43.000	7
BLANCA DE PASTO	16.5	9	3.009	8	22.700	8

Fuente: CORPOICA, PRONATTA. Resultados proyecto: Generación tecnológica para el desarrollo del cultivo de la achira en diferentes pisos térmicos en áreas de economía campesina en el departamento del Huila.

9. MANEJO DE PLAGAS

Se estima que las plagas causan un total de daño entre el 40 y 48 % en la producción mundial de alimentos. En el campo los daños alcanzan un promedio de 33 a 35 % de la producción potencial y las pérdidas en poscosecha son del orden de 10-20 % (2,46).

El cultivo de achira no es la excepción, con el aumento de las áreas productivas se incrementa las poblaciones de insectos plagas, ocasionando pérdidas en la región por este problema, hecho que evidencia la necesidad de considerar como única alternativa para un desarrollo sostenible del cultivo las prácticas de manejo integrado de plagas. Se describen a continuación los insectos plagas, encontrados en los cultivos de las diferentes micro regiones del Huila, causando daños de importancia económica.

9.1. PLAGAS DEL RIZOMA

Gusano tornillo

(*Castniomera humboltti*) Lepidóptera:Castnidae

Esta plaga presenta incidencia económica y toma cada día mayor importancia en el cultivo, sus daños presentan disminución de los rendimientos por las perforaciones que ocasionan en los rizomas, que son vías de entrada para otros insectos y patógenos.

Las larvas son de color crema con cabeza marrón y áreas esclerotizadas de color oscuro sobre el tórax, poseen 3 pares de patas torácicas, 4 pares de pseudopatas y un par anal, al terminar su desarrollo mide 7.5 cm de longitud; las larvas jóvenes se alimentan de escamas, posteriormente penetran al rizoma taladrando galerías hasta la base del seudo tallo en cultivares de porte bajo y porte alto. Las hojas de las plantas afectadas se tornan amarillas o café y a menudo muestran poco desarrollo. La presencia del insecto se caracteriza por el olor a almidón que se libera hacia el exterior; prefiere los cultivares de rizoma grande como la denominada Nativa y Verde o Lisa.

Chiza, cuzo o mojoyoy

(*Platycodelia valida*, *Podischiuus*, *Anomala* sp.)

Lame o roe las raicillas y su daño presenta importancia económica. En suelos con poblaciones altas del insecto, se ha evidenciado daños severos hasta del 80% en los cultivos como los evaluados en el municipio de La Plata, donde además afectan otros cultivos.



Foto 34. Daño causado por ataque de gusano tornillo (*Castniomera humboltti*)



Foto 35. Chiza o mojoyoy

9.2. PLAGAS DEL FOLLAJE

Gusano cogollero (*Spodoptera* sp.)

Lepidóptera :Noctidae

Es de presencia ocasional y sus poblaciones no causan daños económicos.

Hormiga arriera (*Atta* sp.)

Es frecuente su presencia en la mayoría de los cultivos de achira, en mayor o menor escala ocasionando defoliación, en ataques severos su daño es de importancia económica como los observados en cultivos de la zona. Destruye toda el área foliar, causando retardos en el crecimiento y hasta pérdida general de la planta.

La revisión diaria del cultivo permite detectar oportunamente ataques severos, para proceder al seguimiento hasta ubicar el hormiguero principal y hacer el control localizado, utilizando una bomba insufladora y un insecticida para espolvoreo.



Foto 36. Ataque de hormiga arriera (*Atta* sp.)

Otras especies que se presentan son (*Calpodus ethlius*), (*Colobus cannae*), (*Caligo meninon*), (*Scaphy topius* sp) y (*Nodonota* sp.) (16,46 y 53).

El Manejo Integrado de Plagas, MIP, debe implementarse para mantener poblaciones que no causen daños económicos y el no uso de químicos y pesticidas, no obstante el aumento de las áreas de cultivo.

Las áreas productoras de plátano, ubicadas por debajo de los 1.000 msnm y que se encuentran infestadas de gusano tornillo (*Castniomera humbolti*) se consideran limitadas para la producción de achira. Se han cuantificado pérdidas hasta de un 15% en los rendimientos por daños en los rizomas de cultivares como la Nativa, en el Huila. En las zonas altas por encima de los 1.400 m, hasta la fecha no se ha detectado la plaga (9).

9.3. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Con el fin de sentar las bases para un manejo racional y aceptable de las plagas del cultivo, desde el punto de vista económico y de conservación

del ambiente, es necesario conocer su biología, hábitos, daño, época de aparición, enemigos naturales y huéspedes alternos más comunes. Además, estos conocimientos dan las pautas para las inspecciones periódicas de las parcelas, las cuales permiten la detección oportuna de los insectos plagas y la toma de decisiones sobre su manejo.

Las plagas, dependiendo de la zona de cultivo, se pueden considerar de mayor o menor importancia, sin embargo, un descuido en el manejo de cualquier clase de plaga puede conllevar a la pérdida total de la cosecha.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores es necesario un Manejo Integrado de Plagas, del cual forma parte fundamental: el control cultural, que incluye todas las prácticas que favorecen el desarrollo del cultivo; el control físico-mecánico, que se refiere al uso de trampas para la detección, captura y eliminación de la parte de la población dañina, y el control biológico y natural que se debe preservar y proteger integrado por parasitoides, predadores y entomopatógenos.

El nicho ecológico de los insectos plagas y las condiciones inmodificables de clima y suelo determinan otro medio de prevención de incidencia en el cultivo.

9.4. MUESTREO DE INSECTOS PLAGAS

Es conveniente analizar y evaluar el efecto y el daño económico real de la presencia de las diferentes plagas en el cultivo. Para la toma de la mejor decisión en cuanto a su manejo, debe evitarse seguir posicionando en la cultura campesina, el uso indiscriminado de químicos para el manejo de los problemas de plagas en la achira y los otros cultivos, por falta de un análisis previo, afectando los costos de producción, la salud humana y animal, y la producción orgánica de alimentos.

Por ejemplo, la aplicación de insecticidas para el control del cogollero en la achira no tiene sentido, primero su daño no es económico, segundo no afecta el rizoma sitio donde se concentra el almidón, tercero la lluvia o el agua es su mejor control y cuarto la defoliación en determinadas etapas de la planta, por cualquier causa, estimula el desarrollo de nuevos rizomas, por lo tanto no se justifica hacer aplicación.

La única manera de detectar oportunamente la presencia o llegada de un insecto plaga y conocer el potencial y desarrollo de su población en el cultivo, es mediante una inspección diaria a la plantación. Por lo tanto, el muestreo de campo es indispensable para la toma de decisiones en el momento adecuado.

9.5. MUESTREO DEL BARRENADOR DEL RIZOMA Y TALLO

La presencia del gusano tornillo se detecta por el amarillamiento, debilidad y desarrollo raquítico de la planta afectada, la aparición de exudados gelatinosos en el tallo o al nivel del suelo y por el olor característico a almidón. Estos síntomas se observan por general en focos de una o varias plantas aisladas, para confirmar la presencia se examina el rizoma y el tallo hasta encontrar las larvas. Una vez localizada la planta infestada se debe proceder a arrancarla, desprender los rizomas afectados y hacer el control manual.

10. ENFERMEDADES

En el Huila se ha presentado en suelos húmedos y zonas de alta pluviosidad la pudrición radical, principal problema que ha causado hasta el momento daño económico; se presenta como consecuencia de condiciones extremas de alta humedad en el suelo, inadecuado manejo del cultivo, falta de drenajes y selección de un lote inadecuado.

Se reportan en los cultivos de achira los patógenos (*Fusarium* sp.), (*Puccinia cannae*), (*Rhizoctonia* sp.), (*Myrmaecium cannae*) (5, 16, 46 y 53). En las zonas de cultivo del departamento del Huila se ha observado pudrición radical ocasionada por estos patógenos. De igual forma se presenta mosaicos y síntomas del mosaico viroso.



Foto 37. Pudrición radical.

10.1. SIGATOKA AMARILLA (*MYCOSPHAERELLA MUSICOLA* LEACH.)

Es la enfermedad que ataca con mayor intensidad los cultivos de achira. El agente causal de la sigatoka y solo afecta el área foliar de las cannáceas; las hojas afectadas presentan un daño similar al que se presenta en el plátano y otras musáceas, la dimensión de su daño no es económico, puesto que no hay disminución en la producción de rizomas y rendimiento del almidón. Su control es cultural con deshoje.

En el Perú se presentan las siguientes enfermedades foliares: *Bipolaris* sp., *Phoma*, *Asteromella* sp, Mosaico clorótico estriado, *Mycosphaerella* y *Peynarella*; en algunos casos hay presencia asociada de dos patógenos. Se reporta también pudrición radicular de rizomas y tallos por *Esclerotium rolfsii* (2,30,47).

En Antioquia y en el Huila se ha identificado el virus del rayado del banano (BSV) afectando plantaciones de achira.

En las zonas altas donde se presentan heladas, estas afectan la achira produciendo quemazón y marchitamiento del sistema foliar.

Cuando se presentan altas temperaturas en las zonas bajas, se produce quemazón de las hojas parcialmente. En general el cultivo de achira, es resistente a la mayor parte de los factores adversos por condiciones extremas de clima, suelo y patógenos.

10.2 MANEJO DE ENFERMEDADES

El manejo de los problemas fitosanitarios se debe hacer con las prácticas culturales descritas como selección del lote, análisis de suelo, preparación de suelo, manejo del medio de desarrollo (drenajes, riego), selección y preparación de semilla, sistema y densidad de siembra, manejo de malezas, y cosecha oportuna.

No se recomienda control químico para ningún problema fitosanitario, se debe conservar el concepto de cultivo biológico y ecológico para su desarrollo sostenible.



Foto 38. Cultivo de achira afectado por heladas.

11. COSECHA

11.1. MADUREZ DE LOS RIZOMAS

La madurez fisiológica de los rizomas ocurre cuando la planta ha terminado su desarrollo completo, después del proceso de secado de cápsulas y semillas, y se inicia el agobio de la planta, el tiempo varía según el cultivar, altura sobre el nivel del mar, tipo de suelo y niveles de precipitación presentados durante el ciclo del cultivo. En términos generales, el mayor rendimiento se obtiene cuando la época de cosecha coincide con la época seca, debido a que en ese momento existe mayor concentración de almidón en el rizoma.

La tecnología local de producción, con relación a la época de cosecha, precisa que se debe hacer cuándo al hacerle un corte transversal al rizoma, este toma una tonalidad azulosa, otros argumentan que cuándo se presenta la 3ª floración y también cuándo las plantas presentan marchitamiento, sus hojas se caen y sus tallos se agobian, indicando que la planta ha terminado su ciclo.

Los estudios realizados por Corpoica en el Huila, corroboraron algunas aseveraciones del saber popular, la variación depende del ecotipo y de las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo.

11.2 COSECHA

La labor de cosecha se realiza manualmente arrancando la planta con pala o barretón, se sacude para desprender la tierra, se hace luego el corte por la base de los tallos para separar los rizomas, se limpia de tierra y material seco y se empacan para el traslado a la planta procesadora. Las hojas y tallos pueden ser usados como forraje, contienen aproximadamente el 10 % de proteína. Los rizomas para la extracción de almidón deben ser procesados tan pronto sean cosechados (36).



Foto 39. Plantación próxima a cosecha.

11.3. RENDIMIENTO EN RIZOMAS

El rendimiento varía considerablemente de acuerdo a la duración del periodo de crecimiento y condiciones de clima y suelo (36). En el Huila se ha obtenido rendimientos en rizomas hasta de 94.997 kg/ha (9). Se ha observado, que no necesariamente al mayor rendimiento en rizomas corresponde el más alto rendimiento en almidón, en un determinado mes a cosecha. El mayor interés de todo productor debe ser obtener el mayor rendimiento de almidón.

En las Tablas 18, 19, 20, 21 y 22 se relacionan los más altos rendimientos en rizomas obtenidos en el año 2003: a 500 msnm (Yaguará) se destaca el ecotipo Roja de Cáqueza con 30.791, la Verde o Lisa 30.533 y La Nativa con 29.680 kg/ha, en los meses seis, ocho y nueve respectivamente.

En los 1000 msnm (Altamira), Verde o Lisa 21.597, la Maituna 20.874 y Nativa 20.078 kg/ha a los seis y siete meses respectivamente.

A los 1.500 msnm (La Plata), la Nativa con 19.205 y la Verde o Lisa 14.254 kg/ha son los mejores rendimientos en rizomas obtenidos a los 5 y 9 meses respectivamente.

En los 1.800 msnm (San Agustín) Roja de Cáqueza 30.791, Verde o Lisa 30.533 y Nativa 29.680 kg/ha a los seis, ocho y nueve meses.

A los 2000 msnm (Isnos) La Verde o Lisa con 26.188, la Nativa con 22.220 kg/ha obtenidos a los nueve meses son los mejores rendimientos en rizomas.

Los índices de productividad y ecoeficiencia por piso térmico y ecotipo, obtenidos en el periodo 2002 y parte 2003, son muy bajos con relación a los obtenidos en el año 1997 en otro proceso de investigación; analizadas las variables agroecológicas se observó como principales limitantes la baja precipitación presentada en el ciclo del cultivo, con mayor incidencia en las localidades ubicadas a menor altura sobre el nivel del mar, las características físico-químicas de los suelos, el manejo del cultivo y el tipo de semilla utilizada.

Tabla 18. Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de Yaguará (500 msnm)

ECOTIPO	Índice de conversión %	MES	Rendimiento de almidón kg	MES	Rendimiento de rizomas kg	MES
VERDE O LISA	7.7	8	815.7	8	30.533	8
NATIVA	6.9	8	997.7	8	29.680	9
MORADA COMUN	6.7	10	859	10	23.393	10
MAITUNA	9.9	6	898	7	22.220	6
BLANCA COMUN	8.6	10	1.382	10	24.443	9
ROJA DE CAQUEZA	6.6	10	1.163	10	30.791	6
CLON VERDE I	6.2	10	780	1	25.950	5
BLANCA DE PASTO	13.5	5	1.089	5	12.856	8

Fuente: CORPOICA, PRONATTA, 2003

Tabla 19. Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de Altamira (1.000 msnm)

ECOTIPO	Índice de conversión %	MES	Rendimiento de almidón kg	MES	Rendimiento de rizomas kg	MES
VERDE O LISA	11.91	10	2.137	7	21.587	7
NATIVA	11.29	7	2.294	7	20.078	7
MORADA COMUN	7.4	9	1.187	7	16.506	7
MAITUNA	14.47	7	2.556	7	20.874	8
ROJA DE CAQUEZA	9.29	8	1.380	9	17.459	7
BLANCA DE PASTO	20.98	7	2.860	7	19.998	6

Fuente: CORPOICA, PRONATTA, 2003

Tabla 20. Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de La Plata (1.500 msnm)

ECOTIPO	Índice de conversión %	MES	Rendimiento de almidón kg	MES	Rendimiento de rizomas kg	MES
VERDE O LISA	13.87	10	1.333	8	14.284	9
NATIVA	8.49	10	1.571	8	19.205	5
MORADA COMUN	10.61	6	1.249	6	10.427	6
MAITUNA	8.78	10	933	8	10.475	9
BLANCA COMUN	9.05	8	1.134	8	14.760	5
ROJA DE CAQUEZA	9.92	10	885	5	10.624	6
CLON VERDE I	8.24	10	761.3	8	9840	8
BLANCA DE PASTO	11.92	8	1.985	5	17.935	5

Fuente: CORPOICA, PRONATTA, 2003

Tabla 21. Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de San Agustín (1.800 msnm)

ECOTIPO	Índice de conversión %	MES	Rendimiento de almidón kg	MES	Rendimiento de rizomas kg	MES
VERDE O LISA	10,03	6	2.699	6	30.533	8
NATIVA	16,02	7	3.664	7	29.680	9
MORADA COMUN	10,65	5	1.971	6	23.393	10
MAITUNA	10,26	5	1.836	6	22.220	6
BLANCA COMUN	9,74	6	2.163	6	24.443	9
ROJA DE CAQUEZA	7,57	10	1.657	5	30.791	6
CLON VERDE I	8,64	7	1.588	5	25.950	5
BLANCA DE PASTO	10,21	5	1.314	5	12.856	8

Fuente: CORPOICA, PRONATTA, 2003

Tabla 22. Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de Isnos (2.000 msnm)

ECOTIPO	Índice de conversión %	MES	Rendimiento de almidón kg	MES	Rendimiento de rizomas kg	MES
VERDE O LISA	12.65	10	1.620	10	26.188	9
NATIVA	8.77	10	1.028	10	22.220	9
MORADA COMUN	9.3	10	1.039	10	19.760	9
MAITUNA	19.08	9	865	10	13.332	6
BLANCA COMUN	6.92	10	617	10	10.157	8
ROJA DE CAQUEZA	8.32	10	714	10	10.551	9
BLANCA DE PASTO	10,5	9	447	10	8.324	9

Fuente: CORPOICA, PRONATTA, 2003.

12. PROCESAMIENTO

Como un producto agregado de los proyectos de investigación participativa y transferencia cofinanciados por PRONATTA y otros cofinanciadores, en los últimos 6 años, se consideró la necesidad de trabajar conjuntamente con las comunidades, alternativas apropiadas y amigables con el medio ambiente para solucionar las limitantes del beneficio y proceso para la extracción del almidón.

Considerando las condiciones de pobreza de las familias que desarrollan la actividad de producir almidón de achira, los promedios de áreas de cultivo que manejan los productores en las zonas de economía campesina que oscilan entre 0.25 a 1.0 hectárea, las áreas potenciales para nuevas siembras y el lucro cesante que representaría para un pequeño productor la inversión en equipos, maquinaria o una planta procesadora con las condiciones requeridas, CORPOICA desarrolló con las organizaciones de productores de San Agustín y La Plata, modelos de plantas fijas y móviles de propiedad asociativa para desarrollar el proceso de beneficio, con el fin de minimizar costos y dinamizar la producción de almidón en el Huila (25, 58, 60).

12.1. DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA LA PRODUCCIÓN DE ALMIDÓN DE ACHIRA

El término beneficio incluye el conjunto de operaciones tecnológicas posteriores a la cosecha de los rizomas de achira que conducen



Foto 40. Planta móvil para el beneficio de la achira.



Foto 41. Planta fija para el beneficio de la achira.

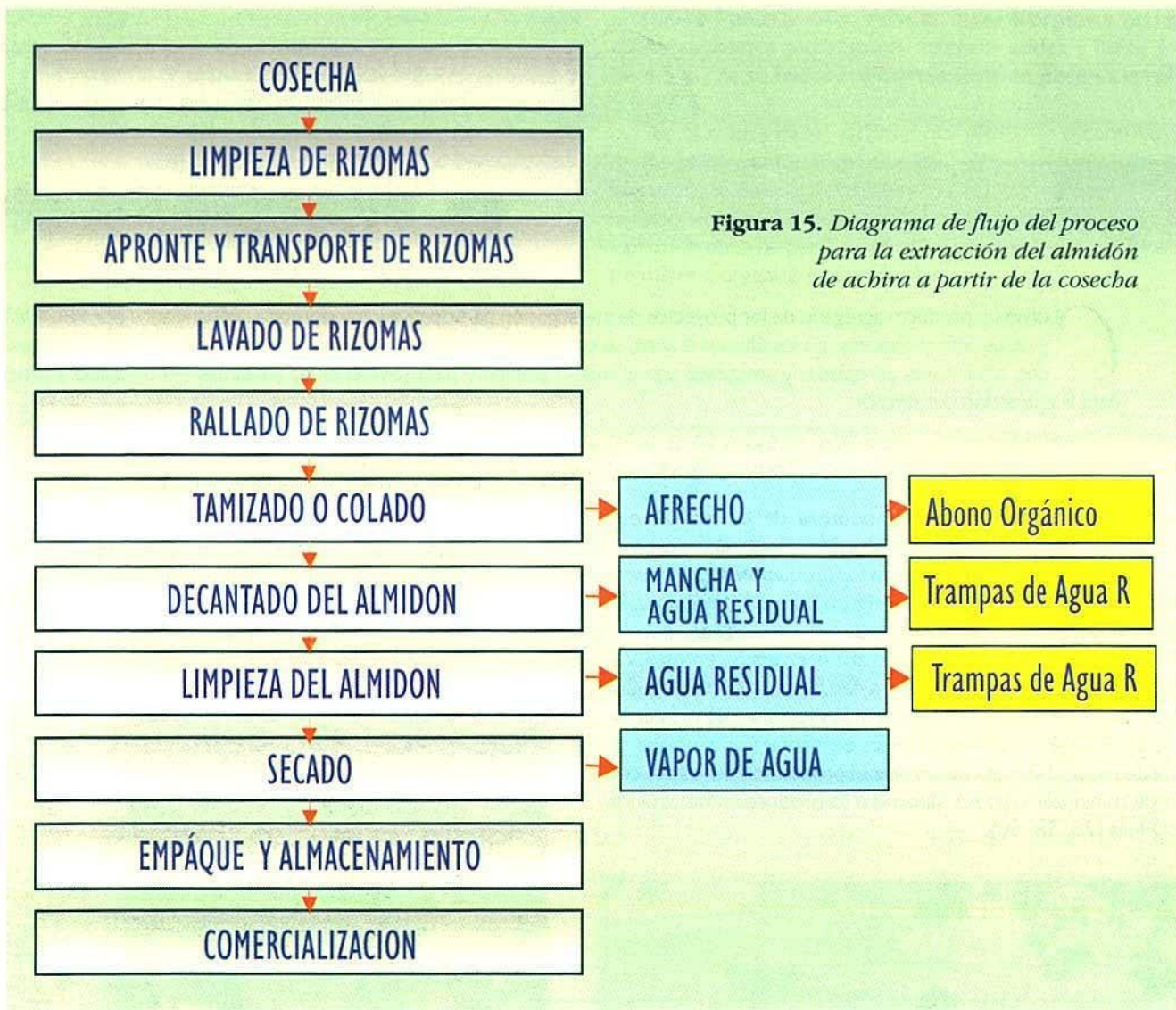


Figura 15. Diagrama de flujo del proceso para la extracción del almidón de achira a partir de la cosecha

a la producción de almidón, según el orden siguiente en términos comunes de los productores: apronte o transporte de rizomas, lavado de rizomas, rallado de rizomas, colado o tamizado, desmanche o decantado, lavado del almidón, secado, empaque y embalaje o almacenamiento. Se debe realizar máximo siete días después de la cosecha de los rizomas Figura 15 (25).

12.2. LIMPIEZA DE RIZOMAS

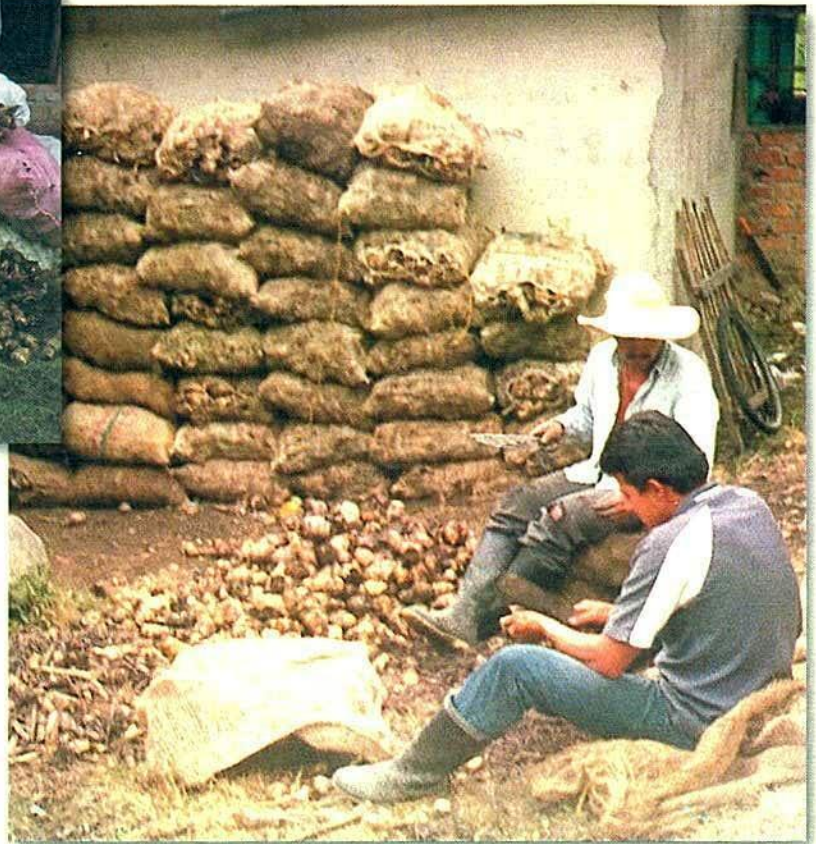
Esta actividad se hace en forma manual después de la arrancada de los rizomas, consiste en desprender tierra, raíces y cortar los tallos, para lo cual se utiliza machetes, peinillas, cuchillos o las herramientas de cosecha. En suelos sueltos y en épocas secas la labor es más fácil y se hace en menor tiempo, en suelos pesados y húmedos es más dispendiosa la actividad, por la mayor dificultad para limpiar o desprender la tierra. Sin embargo, quedan bastantes residuos en el rizoma y demanda gran cantidad de tiempo y de mano de obra. Se considera una labor de cosecha (9, 25).



Foto 42. Limpieza de rizomas.



Fotos 43 y 44. Apronte de rizomas para el beneficio.



12.3. EMPAQUE, APRONTE O TRANSPORTE DE RIZOMAS

Esta labor consiste en empaclar los rizomas en costales o tulas y transportarlos al sitio de proceso o beneficio, según la distancia se realiza en vehículos motorizados o de tracción animal, carretillas, animales de carga o al hombro; un 29% de los productores alquilan el medio disponible y el 23% transportan los bultos al hombro a la carretera más cercana para ser trasladados por otro medio al sitio del proceso. La planta móvil se podrá ubicar en el sitio más próximo, para facilitar y minimizar los costos de esta labor.

12.4. LAVADO DE RIZOMAS

Tiene como propósito obtener el mayor grado de limpieza de los rizomas para llevarlos a la etapa de rallado.

La labor manual del lavado por inmersión, se realiza utilizando tanques, canecas, tambores, fondos o albercas con agua, se echan los rizomas y se agita en forma fuerte para remover las impurezas que se incrustan en los intersticios del rizoma, después de 2 cambios de agua, se sacan para continuar el rallado. Otro método es acopiar los rizomas en patios y aplicar agua por aspersión, haciendo volteos de los rizomas hasta que se consideren limpios (25).

También se utilizan costales ralos, donde se empacla una tercera parte de su capacidad y se hace la inmersión en el recipiente (canecas o tanques) con agua agitando o sacudiendo fuertemente, este sistema lo hacen en las orillas de fuentes de agua.

Para asegurar una mejor limpieza del rizoma y un lavado eficiente, CORPOICA recomienda dejar en remojo



Foto 45. Empaque de rizomas.

durante la noche los rizomas en tanques fijos o móviles y al otro día terminar el proceso en lavadora mecánica con agua a presión, o hacerlo en forma manual agitándolos fuertemente en el recipiente y aplicando agua a presión. Algunos estudios proponen "pelar" los rizomas, es decir, eliminar su cáscara con una cuchilla o peladora pero ésta es una operación de difícil ejecución, por la forma irregular de los cormos (25).



Foto 46. *Lavado de rizomas en tanque, manual (izq.) y mecánico (der.)*

12.5 RALLADO DE RIZOMAS

Consiste en pasar los rizomas por una máquina compuesta por una tolva de alimentación, un rodillo o tambor recubierto por una lámina de acero inoxidable con una gran cantidad de púas

sobresalientes, una tabla o pechero regulador de la finura del rallado y canales o conductos para el desfogue de la masa producto del rallado.

Para liberar el almidón presente en las células que conforman el rizoma, es necesario romperlas. Esto se logra por operaciones de rallado o licuado, principalmente, donde la fibra se corta rompiendo las paredes celulares de tal forma que libere el almidón (25, 58).

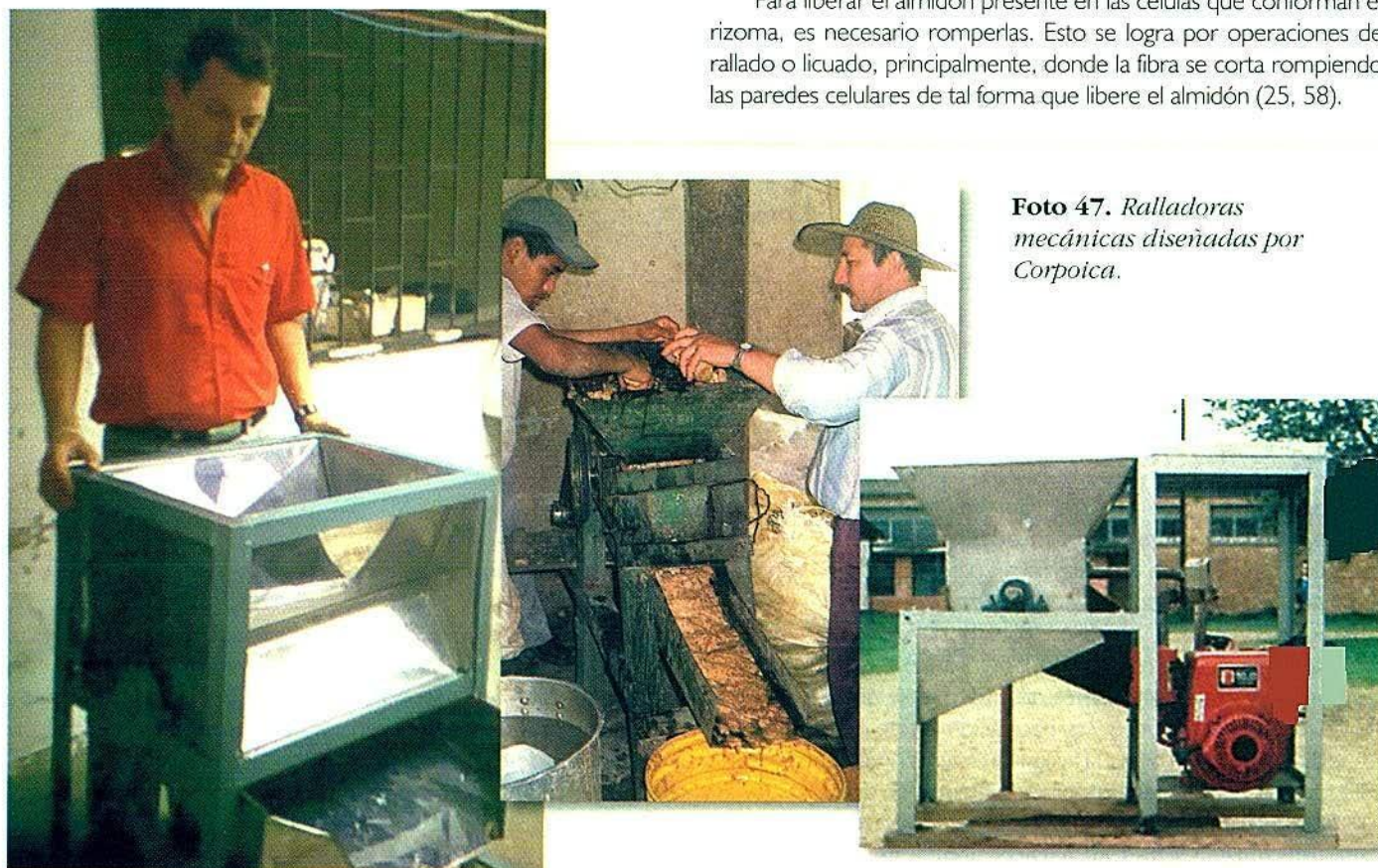


Foto 47. *Ralladoras mecánicas diseñadas por Corpoica.*



Foto 48. *Labor manual de tamizado*

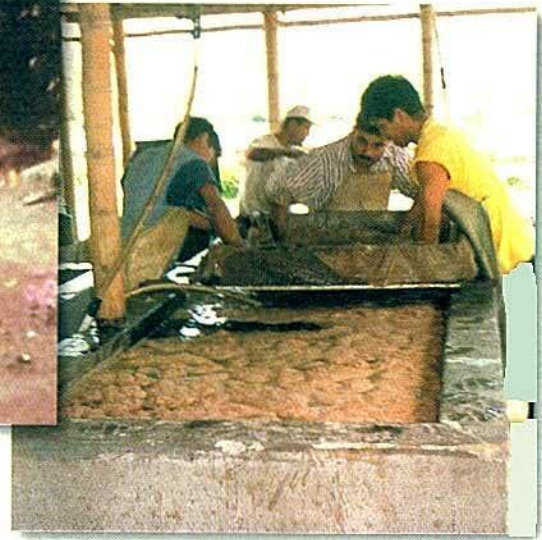
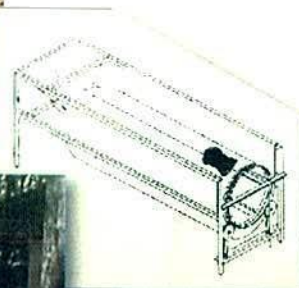


Foto 49. *Montaje empleado tradicionalmente para tamizar la lechada.*

CORPOICA, diseñó dos rallos con capacidad promedio de 400 y 1.000 kg/ha respectivamente. La lámina (calibre 22 a 24) se troqueló para que las púas, de forma piramidal, tuvieran un orificio cuadrado de 3 mm y una altura de 2,8 mm. La distancia entre centros de cada púa es de 10 mm y transversalmente están perfectamente alineadas a escuadra con el borde de la lámina. Longitudinalmente, las púas se desplazan 0,7 mm por cada hilera de tal forma que la posición de una púa sólo se repite cada 14 hileras aproximadamente. De esta forma se garantiza un mejor ataque del rallo al rizoma, evitándose la formación de canales, logrando un mejor rompimiento de las células y una mayor eficiencia de extracción del almidón (25).

El rallo grande tiene un rodillo de 0,30 m de diámetro por 0,30 m de longitud y debe ser accionado por un motor de unos 8 caballos de fuerza si es a gasolina, o

Foto 50. *Equipos para lavado y tamizado.*



entre 4 y 5 si es diesel o eléctrico. El pequeño de 0,30 m x 0,25 m se puede accionar con uno de 3 a 4 caballos de fuerza a gasolina. Ambos deben girar a unas 1.800 (rpm) o sea unos 30 m/s (25).

Esta labor se debe realizar en forma mecánica, el rallado manual es un proceso muy dispendioso, para tal efecto CORPOICA a través del Programa Nacional de procesos agroindustriales y la Unidad Local del Huila, ha diseñado diferentes prototipos de ralladoras para el pequeño productor y grupos asociativos para que puedan mejorar la eficiencia y el rendimiento (25,60).

12.6. COLADO O TAMIZADO

Es el procedimiento por el cual se separa la lechada de almidón del afrecho o fibra del rizoma. La masa producto del rallado se pasa por un tamiz manual o mecánico, conformado por una estructura metálica o de madera con malla sintética calibre 100 o telas como la muselina, madre selva o tricop, se agrega agua durante todo el proceso para facilitar la salida del almidón, cuando esta labor es manual se estruja fuertemente, en el colador mecánico el movimiento rotatorio, el golpeo sistemático contra las paredes y el agua a presión facilita el colado del almidón. CORPOICA desarrolló diferentes tipos de tamices mecánicos (25, 58, 60).

Normalmente se emplean tanques de cemento recubiertos de baldosín. Estos tanques tienen generalmente un metro de ancho, entre 2,5 y 3 m. de largo y unos 80 cm de altura y poseen orificio. En la Foto No 50 se observa los diferentes equipos para el tamizado y los diseñados por CORPOICA para esta labor.



Foto 51.
*Mancha
del almidón*

Foto 52. *Flujo del
colado del almidón al
tanque de decantado.*



12.7. DECANTADO Y DESMANCHE

Esta etapa del proceso tiene como objetivo separar el almidón del agua de la lechada resultante en el tamizado, se puede realizar la labor en tanques, artesas o canecas, el peso y tamaño de los gránulos de almidón de achira facilita esta labor, el tiempo para que el almidón se decante es de 15 a 30 minutos en promedio. Durante el tiempo de sedimentación, el productor aprovecha para retirar la cachaza o mancha cuando se hace en tanques grandes.

12.8. LAVADO DEL ALMIDÓN

Esta labor tiene como finalidad limpiar y quitar la denominada mancha, impurezas, residuos vegetales y tierra que aún tenga el almidón, se realiza manualmente utilizando tanques, artesas o canecas. Consiste en lavar con agua limpia el almidón, revolviéndolo completamente y se deja decantar, este procedimiento se hace las veces que sea necesario hasta que el almidón esté completamente limpio. Se requiere un promedio de 4 a 7 lavadas dependiendo del cultivar y la calidad del agua.

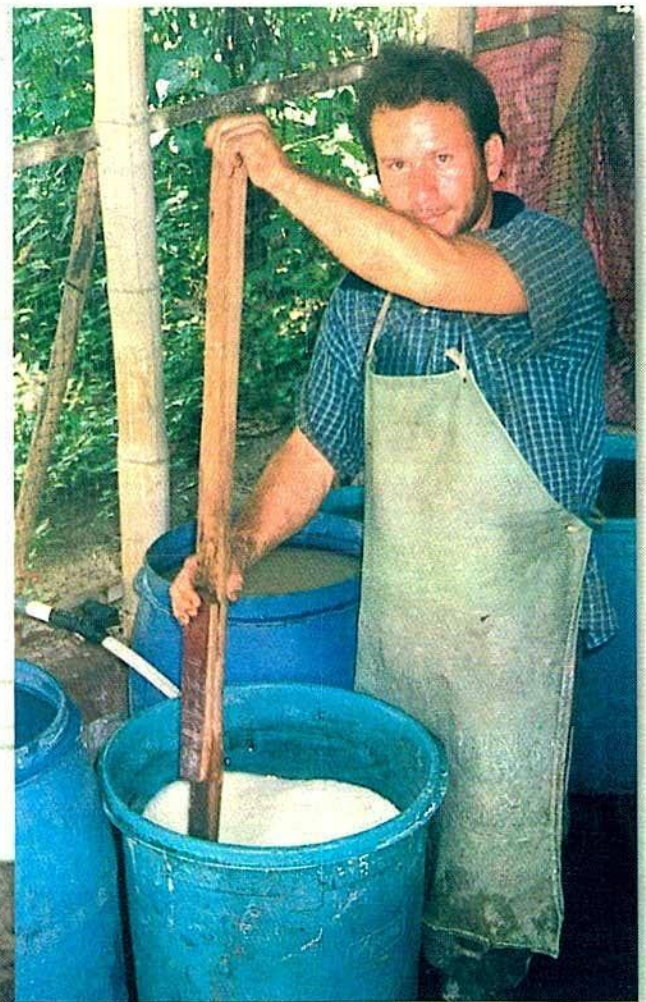


Foto 53. *Lavado del almidón.*

12.9. SECADO

Cuando el almidón se encuentra limpio continua la etapa de secado, para eliminar parte de la humedad del almidón, generalmente se realiza a libre exposición con los rayos solares, extendiéndolo en patios, paseras de café o sobre plásticos. El almidón se contamina por el pisoteo de animales, polvo que circula con el aire en el medio ambiente y suciedad de los mismos sitios, deteriorando la calidad del almidón, y la calidad organoléptica y microbiológica del bizcocho que se fabrique con este tipo de almidón.

Se debe realizar en secaderos apropiados, exponiendo el almidón a la luz solar, lo cual favorece un mejor color (25).



Foto 54. *Evolución del secado del almidón para mejorar la calidad.*

12.10. EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO

El almidón seco, preferiblemente se empaqueta en sacos de lona de 50 kilogramos, para su comercialización o almacenamiento. La calidad del almidón, define su precio y comercialización oportuna, por la demanda de almidón de alta pureza y bien secado, esto depende del proceso, del número de lavadas, la calidad del agua y del cultivar de donde proviene la materia prima.

Como el almidón de achira es un alimento para el consumo humano, se debe empaquetar en bolsas nuevas de polipropileno, no reutilizadas o en cualquier otro material que le permita la conservación o manipulación del producto hasta su destino final (57). Se recomienda colocar en el empaque la información relacionada con el producto como:

- Nombre del producto
- Logo de la asociación o del grupo
- Composición del almidón: información nutricional
- Estado físico del producto: sin químicos ni colorantes
- Número de registro de inscripción sanitaria (Invima)
- Código de barras (Avenida El Dorado No. 68B – 85 Torre 2 Piso 6, Bogotá DC.)

En el Diseño del empaque se debe tener en cuenta:

- Fecha de elaboración del producto
- Fecha de duración mínima
- Contenido neto o cantidad (sin considerar el peso del empaque, con una tolerancia de más o menos el 5%)
- Nombre y dirección de la empresa, país, departamento, ciudad
- Instrucciones para el uso del producto
- Sugerencias (formas de conservación después de abierto; palabras claves del almidón como producto natural)

El almidón de achira de alta calidad, con una humedad máxima del 14% resiste períodos de almacenamiento en condiciones ideales hasta 12 meses sin pérdida de su calidad; esta característica es importante pues permite manejar la estacionalidad de las cosechas y las condiciones de mercado para obtener mayores ganancias (57).



Foto 55. Empaque y pesaje del almidón de achira.

13. PRODUCTO FINAL DEL PROCESO O BENEFICIO

13.1. ALMIDÓN DE ACHIRA

La achira es una de las plantas que produce mayor rendimiento de almidón por unidad de superficie, el rendimiento varía con la edad de los rizomas (46). El almidón se conoce hace miles de años, siendo llamado por los romanos *amylum*, palabra derivada del griego *amylón*, que significa "harina que no requiere molienda". Químicamente, el almidón es un hidrato de carbono que desde el punto de vista de sus múltiples usos en la industria, es después del azúcar, el carbohidrato más importante cuyas fuentes son los cereales y los tubérculos (25, 13).

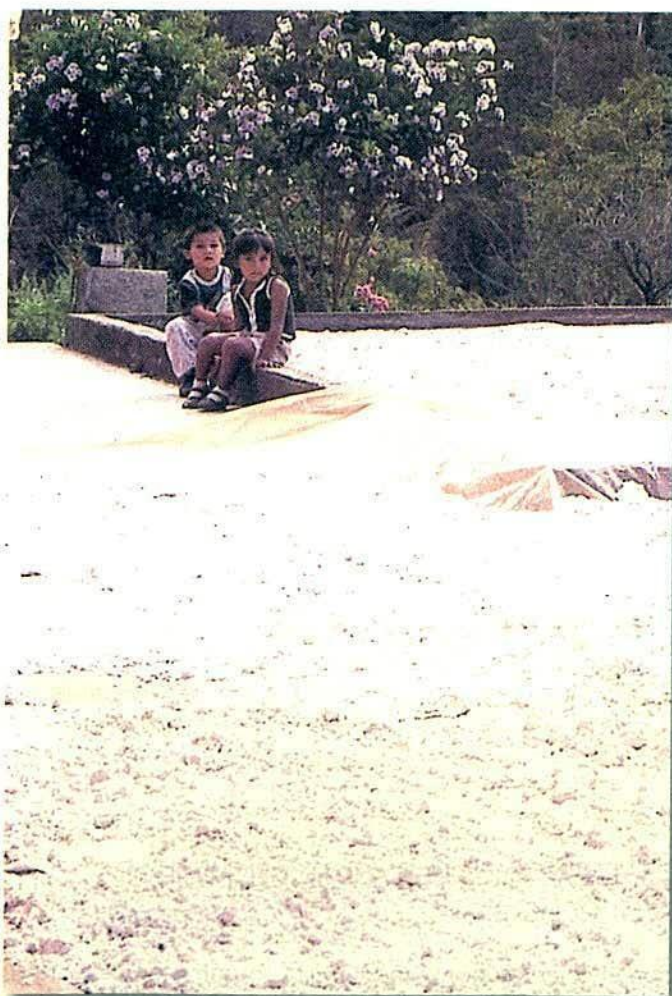


Foto 56. Almidón de achira.

El almidón de achira es de forma ovoide, de gran tamaño, de apariencia transparente y sin coloración propia. Dentro de la diversidad de almidones, el de achira se identifica con mayor facilidad por su considerable rapidez de sedimentación, proporcionada principalmente, por el mayor diámetro de partícula (13).

En Colombia el almidón se obtiene básicamente de maíz, arroz, trigo, yuca, arracacha, achira y otros plantas (25).

13.2. RENDIMIENTO DE ALMIDÓN E ÍNDICE DE CONVERSIÓN

La investigación, cofinanciada por Pronatta y realizada por Corpoica en el contexto del proyecto "Generación tecnológica para el desarrollo del cultivo de la achira en diferentes pisos térmicos en áreas de economía campesina en el departamento del Huila", tuvo como objeto principal, determinar el potencial real, la viabilidad agronómica y económica del cultivo, y los ecotipos de mayor potencial, productividad y ecoeficiencia, evaluando en ellos principalmente el rendimiento de almidón e índice de conversión (% de almidón en el rizoma), el periodo vegetativo y la mejor época de cosecha de los principales ecotipos que en Colombia se utilizan para la extracción de almidón.

La importancia de estos indicadores radica en que el productor, al final de todo el proceso productivo, lo único que puede convertir en pesos es la cantidad de almidón producido, para recuperar la inversión, perder o ganar. Para el efecto, con base en los costos de producción y el precio promedio del almidón pagado al productor en el mercado durante el año 2003, se determinó el rendimiento de 2.325 kg/ha de almidón como el punto de equilibrio económico para el período 2.003-2004.

En las Tablas 18, 19, 20, 21 y 22 se relacionan los más altos rendimientos de almidón e índices de conversión para todos los ecotipos evaluados, por piso térmico en el año 2003.

En Yaguará a 500 msnm, 1.382 kg/ha a los 10 meses de Blanca Común, los más precoces Blanca de Pasto y Maituna a los cinco y seis meses respectivamente.

A los 1.000 msnm en Altamira, 2.556 kg/ha de Maituna a los siete meses, seguido de 2.294 kg/ha de Nativa. A los 1.500 msnm en La Plata 1.333 kg/ha a los ocho meses de Verde o Lisa y 1.985 kg/ha de Blanca de Pasto a los cinco meses.

En los 1.800 msnm, 3.664 kg/ha de la Nativa a los siete meses y 2.699 kg/ha de Verde o Lisa a los seis meses, 2.163 kg/ha de Blanca Común y a los 2.000 msnm en el municipio de Isnos, 1.620 kg/ha de Verde Lisa, 1.028 kg/ha de Nativa y 1.039 de Morada a los diez meses.

En la investigación desarrollada en 1997 para los mismos ecotipos evaluados anteriormente, en diferentes condiciones climáticas, se obtuvieron los siguientes rendimientos de almidón por piso térmico, relacionados en la Tabla 14.

A los 1.420 msnm, en el municipio de Garzón 8.930 de Nativa, 3.382 de Roja de Cáqueza, 3.486 de Maituna o Blanca de Isnos y 3.075 kg/ha de Verde o Lisa. En Altamira a 1.350 msnm, 6.887 de Nativa, 5.193 de Verde o Lisa, 4.384 de Roja de Cáqueza, 4.223 de Maituna y 3.009 kg/ha de Blanca de Pasto a los nueve, siete, nueve, seis y ocho meses respectivamente.

A 1.050 msnm en Suaza 8.797 de Nativa, 6.073 de Blanca de Pasto a los seis meses, 6.010 de Verde o Lisa y 4.657 kg/ha de Maituna. En Pitalito a 1.318 msnm 8.262 de Nativa y 8.473 de Blanca de Isnos a los nueve meses; 6.097 de Roja de Cáqueza, 4.950 de Verde o Lisa y 4.704 kg/ha de Blanca de Pasto a los siete meses (9, 10).

El mayor índice de conversión durante todo el proceso de investigación fue del ecotipo Nativa, 16.02% obtenido en los 1.500 y el menor 6.9 % en Yaguará a 500 msnm. Del ecotipo Verde o Lisa, 15.7 % a 1.350 msnm en Pitalito y el menor 7.7% en Yaguará. De Maituna, 19.08% a los 2.000 msnm en el municipio de Isnos y el menor 8.78 % en La Plata. Con Roja de Cáqueza 17.7% en Pitalito a 1.350 msnm y el menor 6.6% en Yaguará. Con Blanca de Pasto 20.98 en Altamira a 1.000 msnm y el menor 9.91% en Pitalito.

13.3. CALIDAD DEL ALMIDÓN DE ACHIRA

Está determinada por sus características generales, tamaño del grano, grosor y ausencia de manchas e impurezas, puede detectarse inspeccionándolo. No obstante, el mejor modo de medir el valor comercial del almidón es el estudio de las propiedades más específicas, como contenido de humedad, acidez, contenido de proteínas, capacidad de absorción de agua, grado de granulación y color.

El almidón de achira, limpio y puro, obtenido de un proceso de extracción y comercializado sin adición de materias similares y / o mejoradores, debe presentar como características físicas: color blanco grisáceo, olor y sabor neutro, textura polvosa; y su composición debe ser: contenido de almidón de 71,1-81,3%, humedad 13,6-23,4%, proteína 0,18-0,71%, grasa 0,048-0,09%, cenizas 0,17-0,4%, fibra 0,0023-0,0053%.

Los parámetros indicadores de la pureza y calidad del almidón de achira están representados por tiempo de sedimentación

6,2-16,5 minutos, tamaño de partícula por granulometría $38\mu\text{m}$ - $75\mu\text{m}$ y por microscopía $33,9\mu\text{m}$ - $97,6\mu\text{m}$, densidad $0,63 - 0,71\text{g/cm}^3$, pH 5,5 - 6,2. (3, 25, 49, 57)

Las impurezas que contiene el almidón de achira se clasifican en:

- Impurezas de origen físico: Conformadas por tierra y arena provenientes del cultivo del rizoma. Por conteo al microscopio éstas no deben sobrepasar el 10 % del total del almidón.
- Impurezas de origen químico: Pigmentación presente en el tejido vegetal.
- Color: Respuesta blanca en el análisis frente a un foto colorímetro.
- Contenido de humedad: Almidón debe comercializarse con humedad inferior al 15%, de igual forma que la mayor parte de harinas.
- Mezclas de otros almidones de menor precio: Mediante pruebas de sedimentación se puede establecer las mezclas de otros almidones, ya que el de achira decanta de manera casi instantánea mientras los otros permanecen más tiempo en solución.

La calidad del almidón puede determinarse a nivel de finca por:

- El contenido de impurezas: Piedritas, tierra, arena, presentes por un deficiente lavado del rizoma o por la mala calidad del agua utilizada.
- Color: Debe ser blanco, un color diferente implica deficiencias en el lavado o mala calidad del agua.
- Mezcla con otros almidones: El almidón de achira se sedimenta instantáneamente, mientras que otros tipos de almidón permanecen en solución por más tiempo. La mezcla de almidón de achira con otros almidones se detecta mediante pruebas de sedimentación.
- El análisis de tiempo y velocidad de sedimentación: Es el método de mayor especificidad entre el almidón de achira y demás almidones, por tanto, puede utilizarse con gran seguridad como prueba de control para identificar posibles mezclas y evitar adulteraciones, factor que además se favorece por su bajo costo y fácil manejo (25, 26, 3, 34, 46).

13.4. FACTORES DE CALIDAD DEL ALMIDÓN DE ACHIRA

Con el fin de reducir al máximo la concentración de materias contaminantes en el almidón de achira, durante su extracción es necesario hacer énfasis en el tamizado y posterior purificación de la lechada, de lo contrario, su calidad se verá limitada

por la presencia de impurezas de pequeño tamaño que no logran removerse durante estas operaciones. A simple vista el almidón obtenido en el proceso tradicional presenta una pigmentación parda con trazas de tejido vegetal, tierra y arena, que además de dañar la calidad aparente y el precio del almidón, deterioran la calidad de los productos obtenidos con esta materia prima (25).

En la Tabla 23 se muestra la velocidad de sedimentación de diferentes almidones colocados en medio acuoso y en dife-

rentes relaciones de concentración de la mezcla con almidón de achira. Como se observa, la adulteración con cualquier otro tipo de almidón, modifica sensiblemente la velocidad de sedimentación haciendo mucho más lenta la precipitación de la mezcla. Este método es rápido en su determinación, barato y aplica en el momento de compra del almidón, permitiendo identificar las adulteraciones y contribuyendo a mejorar la calidad del almidón (25-58).

Tabla 23. *Velocidad de sedimentación de mezclas de diferentes almidones*

Concentración %	Velocidad de Sedimentación, cm/min		
	Achira – Papa	Achira – Yuca	Achira – Maíz
100 – 0	0,43	0,43	0,43
95 – 5	0,29	0,14	0,06
85 – 15	0,07	0,08	0,04
75 – 25	0,04	0,07	0,04
0 – 100	0,05	0,05	0,03

Fuente: Caracterización Físicoquímica y Establecimiento de Parámetros de Calidad para el Almidón de Achira. Santa fe de Bogotá: CORPOICA - Universidad de La Salle, 1998. 117 p. Tesis Ingeniería Alimentos.

14. ESTRUCTURA DE COSTOS Y RENTABILIDAD

14.1. ANÁLISIS DE COSTOS

Es un imperativo, minimizar los costos tanto del establecimiento y manejo del cultivo, como del proceso de extracción del almidón, sin detrimento de la calidad, con el propósito de obtener un producto competitivo por su precio en el mercado de almidones en el ámbito local y nacional. En la Tabla 25 se relacionan los costos de producción de almidón registrados en el año 2003, con el uso de maquinaria en el beneficio, mejorando las condiciones del proceso, lo que permitió disminuir la mano obra en 91 jornales.

Los costos directos representaron el 79.73% de los costos totales, constituidos por insumos y materiales el 30.77%, la mano de obra el 36.58%, los costos por servicios y alquiler de maquinaria el 12.73%. Los costos indirectos el 20.27% que incluyen arriendo, interés al capital invertido y administración. Los costos están calculados con base en el rendimiento promedio obtenido en el año 2003 en condiciones extremas de bajas precipitaciones en cada piso térmico.

El cultivo demanda generalmente 234 jornales por hectárea, mecanizando el proceso de beneficio y otras labores se puede reducir en un 38.8% esta cifra, contribuyendo así a minimizar los costos de producción. El costo en el 2003 fue de \$4.690.400 con un rendimiento de 3.000 kg/ha en promedio, si las labores se hubieran realizado totalmente con jornales, el costo para el 2003 hubiese sido \$ 5.782.400. Aún así, la demanda de 143 jornales y uno adicional por cada 50 Kilogramos de incremento de los rendimientos, es una oportunidad para la ocupación de la mano de obra familiar o generación de empleo rural en las áreas de economía campesina (9, 10, 60).

En la Tabla 26 se presentan los costos estimados de producción por Corpoica Unidad Local Huila, con el uso de la planta móvil o maquinaria en el proceso de extracción del almidón, mejoras en algunas labores, hasta el nivel que lo permitan las condiciones de los productores de economía campesina, condiciones climáticas normales y con base a los niveles más bajos de productividad obtenidos en el Huila. Se mantiene un 29% para materiales e insumos, un 36.5% en mano de obra, 14.5 % en costos de servicios y un 20 % en costos indirectos antes relacionados. Se incrementa a 158 el número de jornales empleados, se prevé un rendimiento de 3.600 kg/ha de almidón, de fácil obtención en condiciones normales con un precio promedio de \$2.000 kilogramo al productor.

Con base en los costos relacionados en las Tablas 24, 25 y 26, y los índices de productividad obtenidos en el Huila, el costo de producir un kilo de almidón a precios de 1997 fue de \$1.257, y en el 2003 \$1.563,5 y el costo estimado por Corpoica en condiciones normales \$1.442. Considerando el precio promedio de \$ 2.000/kg, la utilidad por kilogramo producido fue de \$ 436.5 en el año 2003 y \$ 558 el estimado mejorando el proceso (60).

En el análisis de economía campesina, el que realmente hace el productor, se costea solo los factores externos que entran al sistema de producción, es decir los que implican una erogación económica para él. Representan en los costos totales de 1997 el 37.67% y en los estimados por Corpoica el 43.5% por la adquisición de insumos, empaques y alquiler de transporte y maquinaria. Este costo aún se puede minimizar, aprovechando las fuentes biológicas existentes en las fincas, para producir el abono orgánico utilizado con éxito en el cultivo y con el empleo de la infraestructura, equipos y maquinaria de propiedad asociativa para el cultivo y el proceso, como la planta móvil (60).

El aporte del sistema en los costos tienen un peso promedio del 60%, están constituidos por la mano de obra familiar, arriendo de la tierra durante el ciclo del cultivo, administración de la empresa, equipo y maquinaria existente al capital invertido por el productor, este análisis permite también visualizar el cultivo como alternativa de producción.

14.2. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

Rendimiento en rizomas

Se mide en kilogramos o toneladas/ha de rizomas por unidad de superficie para el caso del Huila. Se han obtenido hasta 94.997, 91.331, 55.609 y 50.600 kilogramos por hectárea de rizomas, en los municipios de Pitalito, Suaza, Garzón y Altamira respectivamente bajo condiciones experimentales y climáticas normales que caracterizan cada una de estas áreas de producción. El productor lo mide en cargas o bultos obtenidos por hectárea.

Índice de conversión

Es el porcentaje de almidón obtenido por cada 100 kilogramos de rizoma procesado, determina por lo tanto el contenido de almidón en el rizoma y contribuye a definir la mejor época de cosecha de cada ecotipo.

Rendimiento de almidón

Se determina por la cantidad de almidón obtenido con un contenido de humedad del 14-20% por unidad de superficie, después de terminar todo el proceso de beneficio y empaque definitivo. Para el Huila, se mide en kilogramos de almidón por hectárea

Precio promedio por kilogramo

Se tomó como base el precio por kilogramo de almidón al productor, en las diferentes épocas del año según la estacionalidad de la oferta y se determinó un promedio para los efectos de hacer los respectivos análisis.

Costo total de producción

Constituye la sumatoria total de todos los costos que demanda el establecimiento, mantenimiento, cosecha, proceso de beneficio y comercialización del almidón de achira, producto final del sistema. Se mide en \$ por unidad de superficie. Comúnmente se incluye el costo de: mano de obra, insumos, materiales, servicios, maquinaria, como costos directos o variables y el interés al capital invertido, administración, impuestos, servicios públicos y alquiler de terreno como los costos fijos o indirectos.

El productor generalmente hace el análisis desde la concepción de economía campesina, costea solo los factores externos al sistema de producción, en otras palabras las entradas al sistema, lo que contrata o compra por fuera de la unidad de producción.

Valor de producción

Es el producto del rendimiento en almidón obtenido por el precio promedio por kilogramo definido en el mercado.

Ingreso neto real

Es la diferencia en pesos entre el valor de la producción menos el costo total por unidad de superficie. Para el productor de economía campesina representa la diferencia entre el valor de la producción y los egresos reales en que incurrió para obtener determinada producción.

Relación beneficio costo

Es la utilidad o pérdida obtenida por cada peso que se invierte en el negocio o el sistema de producción. Se determina mediante la relación del ingreso neto (sea positivo o negativo) con respecto a los costos totales, se describe en porcentaje.

$$\text{Beneficio (B) / Costo (C) = Ingreso Neto (IN) / Costo Total(CT) X 100}$$

$$B/C = (\text{IN} / \text{CT}) \times 100$$

Costo de producción por kilogramo de almidón

Es el costo de producir un kilogramo de almidón, se obtiene dividiendo el Costo Total (CT) por el rendimiento en kilogramos obtenido

en almidón (RA). Se puede obtener el costo de producción por arroba, bulto, tonelada, unidades de peso muy comunes en el léxico y manejo del productor, para el efecto, sencillamente se multiplica el Costo de Producción CP/ kg por 12.5 para obtener el costo de una arroba, por 50 para definir el costo por bulto y por 1000 para saber el costo por tonelada, unidades utilizadas en la comercialización.

$$\text{CP/kg} = \text{CT/RA CP/@} = \text{CP/kg} \times 12.5$$

Punto de equilibrio

(Kilogramos de almidón /hectárea)

Constituye una referencia importante para el manejo eficiente de las empresas productoras de almidón, se obtiene con la relación del Costo Total en \$ por hectárea (CT), dividido por el precio en \$ por kilogramo \$/kg al productor en el comercio. El producto es la cantidad de kilogramos que se requiere producir por hectárea para compensar el costo total de producción.

Punto de equilibrio del índice de conversión

Es el porcentaje de almidón que se debe obtener por unidad de peso de los rizomas, de acuerdo al rendimiento en rizomas por hectárea obtenido (RR), para compensar los costos totales de producción.

$$\text{P.E./I.C} = \frac{\text{Rendimiento en almidón obtenido}}{\text{Rendimiento en rizomas obtenido}}$$

Es conveniente obtenerlo en cada cosecha y beneficio que se realice, para determinar con mayor seguridad la época propia de cosecha de acuerdo a las condiciones de cada zona de producción.

Los indicadores de productividad que se relacionan son promedios obtenidos en parcelas semi-comerciales, el costo de producción y análisis de rentabilidad se realizó con base en el uso de plantas procesadoras fijas y móviles para el beneficio en las condiciones del Huila

14.3. ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD, RENTABILIDAD Y FINANCIERO

Los indicadores de productividad que se relacionan son promedios obtenidos en parcelas semicomerciales, el costo de producción y análisis de rentabilidad se realizó con base en el uso de plantas procesadoras fijas y móviles para el beneficio en las condiciones del Huila

En la Tabla 24 se hace el análisis comparativo de los indicadores de productividad del cultivo, en condiciones climáticas normales y extremas (1997 y 2003), estimando que se puede trabajar con un rendimiento mínimo de 3.600 kg/ha de almidón, un índice de conversión del 12% y un rendimiento de 30 toneladas de rizomas, para efectos de planificar la producción en las áreas de mayor vocación y en los pisos térmicos donde se obtuvo la mayor ecoeficiencia.

Con los rendimientos estimados, el precio de \$2.000 kilo, \$250.000 carga o \$25.000 arroba de almidón, un costo total de

Tabla 24. Análisis comparativo de indicadores de productividad, rentabilidad y financieros

INDICADOR	1997	2003	NORMAL
Costo total de producción(\$)	5.470.080	4.690.400	5.192.000
Rendimiento Rizomas (kg/ha)	34.417	25.000	30.000
Índice de conversión (%) Rizoma / almidón	12.63	12	12
Rendimiento de Almidón (kg/ha)	4.350	3.000	3.600
Precio Promedio (\$)	1.600	2.000	2.000
Valor de la producción (\$)	6.960.000	6.000.000	7.200.000
Ingreso Neto (\$)	1.489.920	1.309.600	2.008.000
Rentabilidad (B/C)(%)	27.23	21.82	38.7
Costo de producción/ Kilo de almidón (\$)	1.257	1.563.5	1.442
Punto de Equilibrio kg/Ha de almidón	3.419	2.324,91	2.596
Punto de equilibrio conversión	9.93	9,38%	8.7%
Ingreso mensual /Hectárea	148.920	130.960	200.800

\$ 5.192.000, se puede generar un ingreso neto por hectárea de \$2.008.000 y obtener una rentabilidad del 38.7%.

El índice de rentabilidad empleado es el de la relación beneficio costo, 38.7 % de tasa de retorno con un promedio de 3.8 % mensual. El hecho de que esta relación es positiva en las condiciones del Huila demuestra la bondad económica del cultivo.

Lo anterior significa que el punto de equilibrio económico de los rendimientos, es de 2.596 kilogramos por hectárea con un índice de conversión mínimo de 8.7%. Estos indicadores permiten evaluar la eficiencia de los ecotipos en los diferentes pisos térmicos y definir las áreas más apropiadas para los diferentes ecotipos, como se aprecia en la Figura 16, donde se observa que en el periodo del 2003, solo los ecotipos Blanca de Pasto y Maituna en Altamira llegan al nivel del punto de equilibrio, y en San Agustín Nativa y Verde o Lisa superan el punto de equilibrio económico, en los otros municipios no es viable económicamente el cultivo.

En la misma figura se observa que con las condiciones presentadas en el año 1997 y los rendimientos obtenidos, en los municipios que están ubicados por encima de los 1.000 msnm, los ecotipos promisorios descritos en este manual tienen rendimientos de almidón que superan ampliamente el punto de equilibrio señalado.

Tabla 25. Costos de producción de achira 2003.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V/TOTAL	%
COSTOS DIRECTOS					
Insumos y materiales					
Semilla	Bultos	40	20.000	800000	
Abono Orgánico	Bultos	40	10.000	400000	
Empaques para Rizomas	Costales	400	500	200000	
Empaques para almidón	Tulas	87	500	43500	
		Subtotal Insumos		1.443.500	30,77
Mano de Obra					
Siembra	Jornal	15	12.000	180000	
Abonada	Jornal	5	12.000	60000	
Control de malezas	Jornal	25	12.000	300000	
Manejo Integrado de Plagas	Jornal	3	12.000	36000	
Cosecha de Rizomas	Jornal	30	12.000	360000	
Limpieza de Rizomas	Jornal	10	12.000	120000	
Apronte de rizomas	Jornal	5	12.000	60000	
Lavado de Rizomas	Jornal	10	12.000	120000	
Rallado de Rizomas	Jornal	10	12.000	120000	
Tamizado	Jornal	10	12.000	120000	
Desmanche y decantado	Jornal	10	12.000	120000	
Limpieza de Almidón	Jornal	5	12.000	60000	
Secado y Empaque	Jornal	5	12.000	60000	
		Subtotal Mano de Obra		1.716.000	36,58
		143			
Otros (Servicios)					
Transporte de rizomas	Cargas	200	1000	200000	
Transporte de Almidón	Bultos	60	1000	60000	
Contrato Arada y Rastrillada	Hectárea	1	120000	120000	
Alquiler maquinaria	Cargas	200	1000	200000	
		Subtotal otros costos		580.000	12,36
		Subtotal Costos directos		3.739.500	79,73
COSTOS INDIRECTOS					
Arriendo terreno	Hectárea	1	200000	200000	
Interés Capital invertido	Efectivo A.	15%		560925	
Administración.		5%		189975	
		Subtotal Costos indirectos		950.900	20,27
		TOTAL COSTOS		4.690.400	100

Tabla 26. Costos estimados por Corpoica para la producción de achira (Canna edulis Ker)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	V/TOTAL	%
COSTOS DIRECTOS					
Insumos y materiales					
Semilla	Bultos	40	20.000	800000	
Abono Orgánico	Bultos	40	10.000	400000	
Empaques para Rizomas	Costales	480	500	240000	
Empaques para almidón	Tulas	72	1.000	72000	
		Subtotal Insumos		1512000	29,12
Mano de Obra					
Siembra	Jornal	15	12.000	180000	
Abonada	Jornal	5	12.000	60000	
Control de malezas	Jornal	25	12.000	300000	
Manejo Integrado de Plagas	Jornal	3	12.000	36000	
Cosecha de Rizomas	Jornal	32	12.000	384000	
Limpieza de Rizomas	Jornal	12	12.000	144000	
Apronte de rizomas	Jornal	5	12.000	60000	
Lavado de Rizomas	Jornal	12	12.000	144000	
Rallado de Rizomas	Jornal	12	12.000	144000	
Tamizado	Jornal	12	12.000	144000	
Desmanche y decantado	Jornal	12	12.000	144000	
Limpieza de Almidón	Jornal	7	12.000	84000	
Secado y Empaque	Jornal	6	12.000	72000	
		Subtotal Mano de Obra		1896000	36,5
		158			
Otros (Servicios)					
Transporte de rizomas	Cargas	280	1000	280000	
Transporte de Almidón	Bultos	72	1000	72000	
Contrato Arada y Rastrillada	Hectárea	1	120000	120000	
Alquiler maquinaria	Cargas	280	1000	280000	
		Subtotal otros costos		752000	14,48
		Subtotal Costos directos		4160000	80,12
COSTOS INDIRECTOS					
Arriendo terreno	Hectárea	1	200000	200000	
Interés Capital invertido	Efectivo A.	15%		624000	
Administración.		5%		208000	
		Subtotal Costos indirectos		1032000	19,88
		TOTAL COSTOS		5192000	100

Fuente: CORPOICA, Unidad Local Huila.

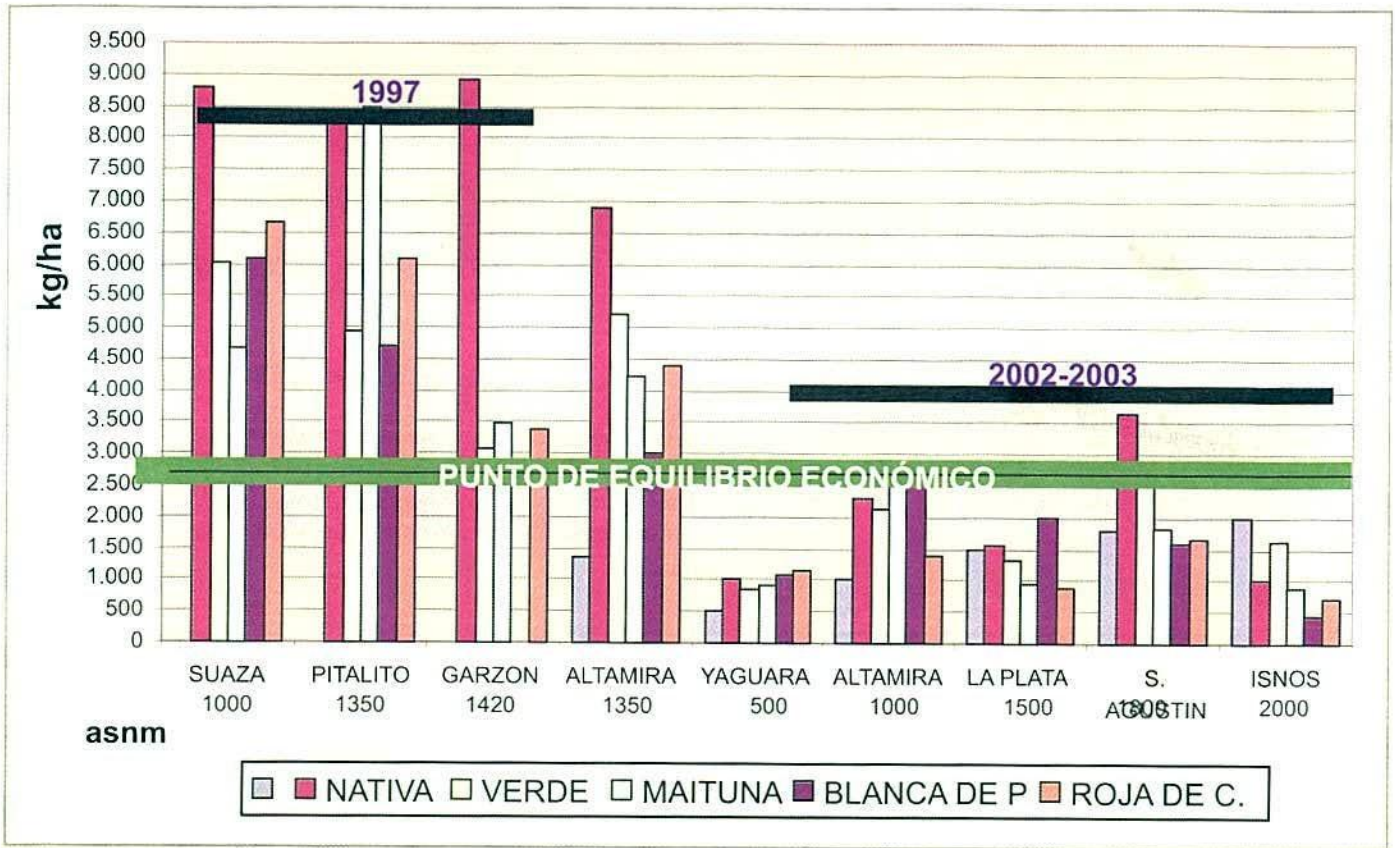


Figura 16. Comparativo de los rendimientos de almidón de los ecotipos promisorios para el Huila y el punto de equilibrio por piso térmico.

15. OPORTUNIDADES DE MERCADO DEL ALMIDÓN DE ACHIRA

15.1. Usos

Sus usos actuales y potenciales a nivel nacional e internacional, los rendimientos obtenidos hasta de 8.9 toneladas de almidón por hectárea en parcelas experimentales y 5.4 en pruebas semicomerciales y el hecho de ser considerado un cultivo biológico, permiten visualizar una alternativa de producción económicamente viable para los pequeños productores (9,10).

El consumo directo de los rizomas de achira, después del proceso de cocción u horneado es común en el sur del país, en los departamentos de Nariño, Amazonas y Putumayo. Práctica que también es común en Bolivia, Perú y El Ecuador (4,30,33,44,51,66,69).

Para la alimentación animal se utilizan los tallos y hojas, especialmente para vacas de ordeño y terneros lactantes, este uso se reporta en Brasil, algunos países de África y Asia (16,47,64).

El almidón de achira encontraría aplicación industrial no solo como sustituto de almidones convencionales, sino en usos específicos, aprovechando sus características especiales, tales como alta viscosidad del gel, temperatura de gelificación relativamente baja, tamaño del gránulo (el más grande) puede ser empleado en el acabado de papel, producción de derivados fosfatados en la industria de alimentos, elaboración de pegantes especiales, producción industrial de galletas criollas (bizcochos), como relleno y conductor

en la elaboración de drogas empastilladas, aditivos en la industria de alimentos y productos dietéticos (34).

El almidón en otros países, es utilizado actualmente en la industria de pastas alimenticias y de galletas principalmente (16, 34 y 50).

En Colombia se usa en la elaboración de coladas, arepas y pan casero, especialmente en panaderías artesanales para la producción del famoso "Bizcocho" o "Achiras", estas microempresas se constituyen en el soporte económico de diferentes regiones del país.

La panificación demanda el 80% del almidón de achira que se consume en el país, el 15% se utiliza en coladas, espesantes de sopas instantáneas, fabricación de salsas, productos dietéticos, dulces, gomas y otros empleos domésticos, el 5% en otros usos como en la industria farmacéutica como revestimiento de cápsulas, en la industria textil en acabado de telas, cosméticos, maquillajes,



Foto 57. Algunos productos con base en el almidón de achira.

cremas faciales, en la industria de adhesivos y papelería para dar consistencia y firmeza al papel (9, 25, 28).

15.2. MERCADEO

La mayor demanda en el ámbito mundial es de Inglaterra que la importa de Centroamérica, Europa no ofrece posibilidades de mercado, la demanda es nula, en Estados Unidos el consumo promedio ha disminuido hasta 1.500 toneladas anuales con tendencia a la baja (27.34).

El departamento del Huila es uno de los mayores consumidores de almidón en Colombia, recientes estudios de mercado señalan que un 88% del almidón consumido en esta región, es procedente de la región Cundinamarquesa, un 5 % de Nariño y el Huila solo aporta el 7 % de su demanda (8, 25, 58).

En Colombia los principales mercados terminales para el almidón de Achira son: Bogotá, Cali, Ibagué, Florencia y Neiva. Que a su vez abastecen a intermediarios y estos regresan el producto a las áreas de consumo. En el Huila los principales mercados intermedios son Altamira, Pitalito y Garzón (9.25,58,59).

En la comercialización del almidón de achira en las condiciones de libre mercado, sin control de calidad, los precios del producto se fijan según la tendencia de la oferta y la demanda donde también influye la estacionalidad de las cosechas en algunas regiones.

La competencia de productos afines, por precio y menor costo de producción por unidad de superficie, han restringido el consumo en la agroindustria y panificación. El país consume 82.7 % de harina de trigo, 7 % de maíz y 3.9% de yuca (11, 14, 24, 34, 43 y 60).



Foto 58. Punto de venta de bizcochos

16. CADENA AGROINDUSTRIAL DE LA ACHIRA

La base de la cadena agroindustrial la constituye el conjunto de personas que participan directamente en la producción, transformación y en el traslado hasta el mercado del almidón de achira, hacen parte también los productores y comercializadores de cuajada fresca y bizcocho de achira que es producto final de la cadena (57). En la actividad productiva existen relaciones entre las personas que participan en conjunto, y articuladas a esta participación en los riesgos y beneficios económicos de la producción, se le denomina cadena productiva (57).

Se ha considerado, que la alternativa para mejorar la competitividad de los productos de los diferentes eslabones de la cadena, es mediante calidad y precios, para lograrlo, es necesario minimizar los costos de producción y mejorar los procesos productivos, y la única alternativa para el productor de economía campesina, en cada eslabón, es mediante la organización y la asociación de voluntades, capital y trabajo.

El relacionamiento de los productores de almidón, con los productores de bizcocho y de otros productos con base en almidón de achira, es indispensable para mejorar los canales de comercialización, definir mercados y con base a la demanda, planificar la producción.



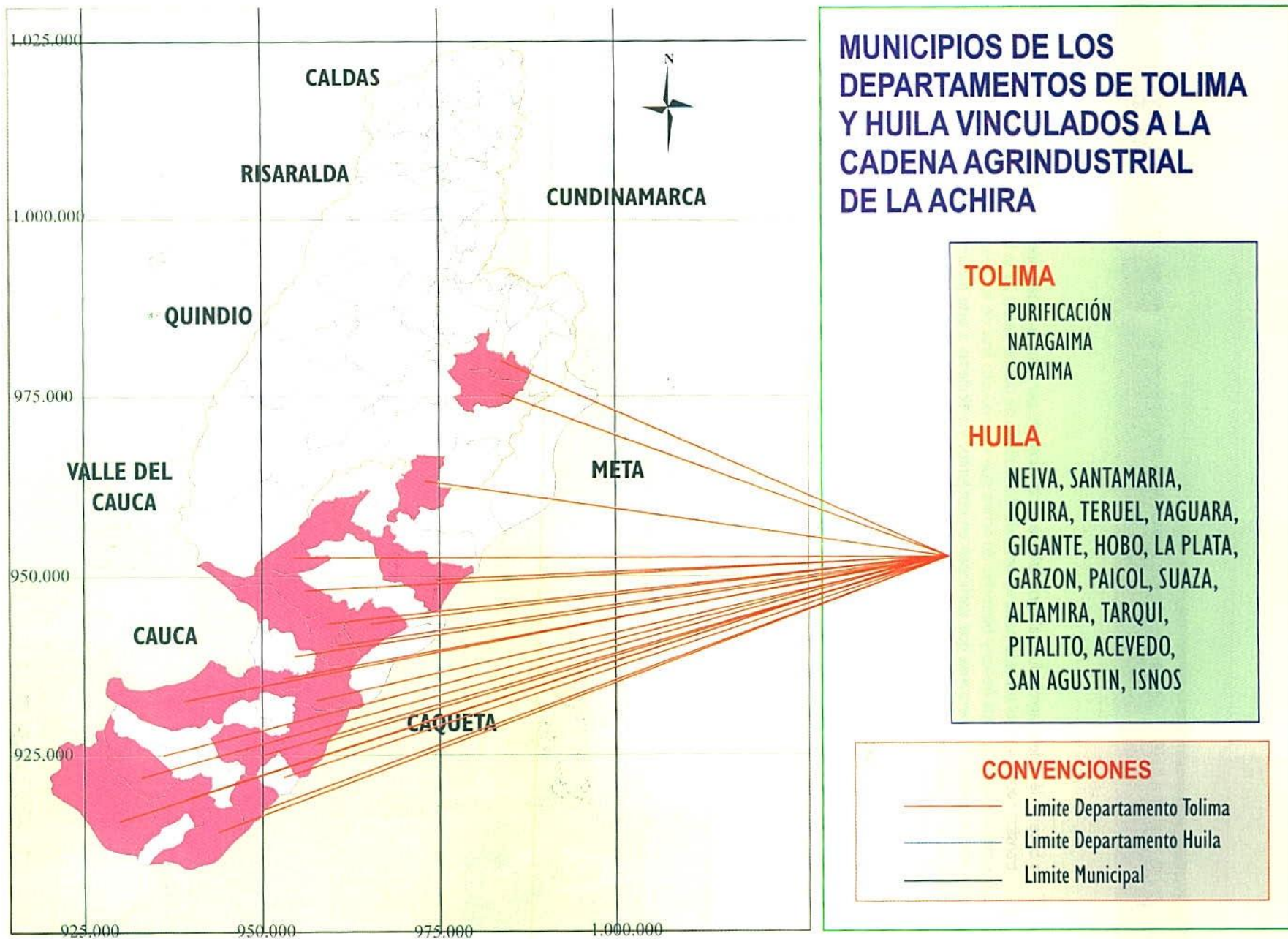


Figura 17. Municipios del Tolima y el Huila vinculados a la cadena agroindustrial de la achira.

17. CONSIDERACIONES FINALES

Los argumentos sintetizados en este manual permiten deducir que el cultivo de achira, es una actividad que con tecnología apropiada, genera rentabilidad y empleos directos e indirectos en las zonas de economía campesina. Los ecotipos promisorios para las condiciones de las áreas de producción del Huila, en su orden son: Nativa I, Verde o Lisa, Maituna I, Roja de Cárquez y Blanca de Pasto. Se considera que el cultivo debe desarrollarse en las áreas con precipitación promedio entre 1000 y 1200 mm, bien distribuida durante el año. El rango de altitud más indicado, según los resultados obtenidos, se encuentra entre los 1.000 y 1650 msnm. La generación de valor agregado significativo, la participación de la mano de obra familiar, la generación de empleo rural, la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento de los recursos ambientales y el posicionamiento en los mercados internos y externos, son posibles si se logra dinamizar la producción y recuperar la competitividad del almidón de achira frente a otros almidones como el de yuca, maíz y trigo.

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1.	Protección del suelo por la cobertura de la achira.....	13
Foto 3.	Grupo de trabajadores en la etapa de beneficio.	14
Foto 2.	Residuos de cosecha incorporados al suelo.	14
Foto 4.	Generación de empleo entorno al bizcocho de achira.....	14
Foto 5.	Productos del proceso agroindustrial de importancia económica en la región.....	15
Foto 5A.	Bizcocho de achira	18
Foto 6.	Achira industrial especie <i>Canna edulis</i> ker.....	20
Foto 7.	Achira ornamental especie <i>Canna indica</i>	20
Foto 8.	Achira ornamental especie <i>Canna liliflora</i>	20
Foto 9.	Achirilla <i>Canna coccinea</i>	20
Foto 10.	Planta de achira.....	
Foto 11.	Sistema radical de la achira	23
Foto 12.	Desarrollo de yemas o brotes en los rizomas	24
Foto 13.	Rizomas de achira en diferentes estados de desarrollo.	24
Fotos 14 y 15.	Aspecto general del tallo de la achira	25
Foto 16.	Forma y tamaño de las hojas.....	25
Foto 17.	Inflorescencia de achira industrial	25
Foto 18.	Cultivo de achira en Suaza, Huila.....	28
Foto 19.	Ecotipo Nativa I.....	29
Foto 20.	Rizomas del ecotipo Nativa I.	30
Foto 21.	Ecotipo Verde o Lisa.....	31
Foto 22.	Ecotipo Maituna.	32
Fotos 23 y 24.	Ecotipo Roja de Cáqueza.	34
Foto 25.	Preparación del suelo	39
Foto 26.	Preparación de suelo, trazo y ahoyado en lotes de ladera.....	40
Foto 27.	Siembra de achira.....	40
Foto 28.	Tipos de semilla de achira	41
Foto 29.	Semilleros.	41
Foto 30.	Abonamiento de la achira.	41
Foto 32.	Densidad de siembra según fertilidad del suelo.....	42
Foto 32.	Abonada de la achira.	42
Foto 33.	Desarrollo del cultivo a los 3-4 meses.....	43
Foto 34.	Daño causado por ataque de gusano tornillo (<i>Castriomera humboldti</i>)	45
Foto 35.	Chiza o mojoyoy	45
Foto 36.	Ataque de hormiga arriera (<i>Atta</i> sp.)	46
Foto 37.	Pudrición radical.	47
Foto 38.	Cultivo de achira afectado por heladas.	47
Foto 39.	Plantación próxima a cosecha.	49
Foto 40.	Planta móvil para el beneficio de la achira.	53
Foto 41.	Planta fija para el beneficio de la achira.	53
Foto 42.	Limpieza de rizomas.....	54
Fotos 43 y 44.	Apronte de rizomas para el beneficio.....	55
Foto 45.	Empaque de rizomas	55
Foto 46.	Evolución del lavado de rizomas en tanque, manual (izq) y mecánica (der).....	56
Foto 47.	Ralladoras mecánicas.....	56
Foto 48.	Labor manual del tamizado.	57

Foto 49.	Montaje empleado tradicionalmente para tamizar la lechada.....	57
Foto 50.	Equipos para lavado y tamizado.	57
Foto 51.	Mancha del almidón.	58
Foto 52.	Flujo del colado del almidón al tanque de decantado.....	58
Foto 53.	Lavado del almidón	58
Foto 54.	Evolución del secado del almidón para mejorar la calidad.	59
Foto 55.	Empaque del almidón de achira	60
Foto 56.	Almidón de achira.	61
Foto 57.	Algunos productos con base en el almidón de achira.....	71
Foto 58.	Punto de venta de bizcochos	72

Listado de figuras

Figura 1.	Región de hallazgos arqueológicos en el Perú. Calabazos, estrangulador, cerámicas de la cultura Chimú.....	17
Figura 2.	Región donde se inició la elaboración y comercialización del bizcocho de achira.	18
Figura 3.	Diagrama general taxonomía y clasificación de la achira.....	19
Figura 4.	Regiones en el mundo donde se desarrolla el cultivo de achira.....	21
Figura 5.	Regiones con especies nativas y productoras de achira en Colombia.	22
Figura 6.	Municipios productores de achira en el Huila.	22
Figura 7.	Rendimiento del ecotipo Nativa I por piso térmico en diferente época de cosecha.	30
Figura 8.	Rendimiento de almidón del ecotipo Verde o Lisa por piso térmico.....	31
Figura 9.	Rendimiento de almidón del ecotipo Maituna I por piso térmico, año 2003.....	32
Figura 10.	Rendimiento de almidón del ecotipo Blanca de Pasto por piso térmico, año 2003.	33
Figura 11.	Rendimiento de almidón del ecotipo Roja de Cáqueza por pisos térmicos, año 2003.	34
Figura 12.	Comparativo de altitud donde se encuentran los cultivos en el Huila.	35
Figura 13.	Comparativo de rendimiento de almidón del ecotipo Nativa I con diferentes niveles de precipitación en diferentes pisos térmicos.....	36
Figura 14.	Ubicación estratégica de experimentos en el Huila.	37
Figura 15.	Diagrama de flujo del proceso para la extracción del almidón de achira a partir de la cosecha.....	55
Figura 16.	Comparativo de los rendimientos de almidón de los ecotipos promisorios para el Huila y el punto de equilibrio por piso térmico.....	69
Figura 17.	Municipios del Tolima y el Huila vinculados a la cadena agroindustrial de la achira.....	74

Listado de tablas

Tabla 1.	Nombres de la achira en el mundo.....	22
Tabla 2.	Composición y propiedades fisicoquímicas de los rizomas de achira	24
Tabla 3.	Ciclo vegetativo en meses por piso térmico donde se obtuvo el máximo rendimiento de almidón en el Huila	26
Tabla 4.	Ciclo vegetativo en meses por piso térmico en el cual se obtuvo el máximo rendimiento de almidón en el Huila.	26
Tabla 5.	Información general de los cultivares en condiciones del municipio de Suaza, Huila.....	27
Tabla 6.	Información general de los cultivares en condiciones de la vereda Ingali, municipio de Pitalito, Huila.	28
Tabla 7.	Información general de siete cultivares en condiciones de la vereda El Grifo, municipio de Altamira, Huila.	28

Tabla 8.	Información general de seis cultivares en condiciones de la vereda San Gerardo, municipio de Garzón, Huila.....	29
Tabla 9.	Nativa I. Rendimiento de almidón por piso térmico en diferentes épocas de cosecha. Año 2003.....	30
Tabla 10.	Rendimiento de almidón del ecotipo Verde o Lisa por piso térmico, año 2003.....	31
Tabla 11.	Rendimiento de almidón del ecotipo Maituna I por piso térmico, año 2003.....	32
Tabla 12.	Rendimiento de almidón del ecotipo Blanca de Pasto por piso térmico, año 2003.....	33
Tabla 13.	Rendimiento de almidón del ecotipo Roja de Cáqueza por piso térmico, año 2003.....	34
Tabla 14.	Comparativo del rendimiento de almidón de los ecotipos seleccionados en relación con la precipitación y altitud, en los años 1997 y 2003.....	36
Tabla 15.	Condiciones agroecológicas de las zonas de investigación en el departamento del Huila.....	37
Tabla 16.	Características de los suelos en los sitios donde se desarrolló la investigación en las áreas productoras.....	37
Tabla 17.	Indicadores de productividad obtenidos en la vereda El Grifo, municipio de Altamira.....	44
Tabla 18.	Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de Yaguará (500 msnm).....	50
Tabla 19.	Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de Altamira (1.000 msnm).....	50
Tabla 20.	Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de La Plata (1.500 msnm).....	51
Tabla 21.	Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de San Agustín (1.800 msnm).....	51
Tabla 22.	Evaluación de ecotipos de achira en las condiciones del municipio de Isnos (2.000 msnm).....	51
Tabla 23.	Velocidad de sedimentación de mezclas de diferentes almidones.....	63
Tabla 24.	Análisis comparativo de indicadores de productividad, rentabilidad y financieros.....	67
Tabla 25.	Costos de producción de la achira 2003.....	67
Tabla 26.	Costos estimados por Corpoica para la producción de achira (<i>Canna edulis Ker</i>).....	68

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ, H. Montaje de una rallandería para la obtención de almidón de Achira (*Canna edulis Ker*) en el municipio de San Pablo. Nariño. Pasto Colombia. CORPONARIÑO. 1985 28 p.
2. ARBIZU, C.; HERMANN, M. Algunos factores limitantes en el uso de raíces y tubérculos andinos y sus prioridades de investigación. CIP Lima, Perú 1.993. p. 223-229
3. ARIAS R. S. L. & GARCÍA BERNAL, H.R. Características fisicoquímicas y determinación de los parámetros de calidad del almidón de achira. En: Almidón de Achira, Producción y uso industrial. Corpoica, Programa Nacional de Maquinaria y Poscosecha. Santa Fé de Bogotá 1.998.
4. ASOMAYO. ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DEL MAYO. CORPONARIÑO. Plan indicativo de desarrollo del municipio de San Pablo, departamento de Nariño. San Pablo 1.993, p. 81, 89, 95.
5. BADILLO, V. M. SCHENEE, L. Clave de las familias superiores de Venezuela. En: Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Maracay. Alcance No. 18 1972; 217 p.
6. BAILEY, I. W. Manual of cultivated plant, most commonly growth the continental. USA, Canadá. 6a. De. The Macmillan Co. New York. 1.961
7. BARRET, WARREN Otis. The tropical crops. En: Department of Agriculture and labor Puerto Rico. 1928 p. 381-386.
8. BARRET, W. O. Los Cultivos Tropicales La Habana Cuba. De. Cultural, S. A. 1930 p. 475 - 476
9. CAICEDO DÍAZ, G.; ROZO WILCHES, L.; BONILLA, U. La Achira, su producción y beneficio. Corpoica, , PRONATTA Ibagué, Colombia. 2.000 p. 48.
10. CAICEDO DÍAZ, G.; ROZO WILCHES, L.; BONILLA, U. Cultivo y beneficio de Achira (*Canna edulis ker*) Corpoica. Alcaldía de La Plata Huila, Colombia. 1.999 p. 20.
11. CANO BARRERA, J. R. Proyecto de factibilidad para la agro industrialización y comercialización de la Achira. Neiva 1982. 186 p. USCO, Facultad de Ciencias Contables y Administrativas. Tesis (Administrador de Empresas)
12. CÁRDENAS, M. Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia. Universidad de Cochabamba. Cochabamba, Bolivia. 1950, 18 p.
13. COCA CADENA, A. Utilización de los Almidones en la Industria Panificadora. En: Almidón de Achira y Uso Industrial, Santa fe de Bogotá 1.998.
14. COOK, O.F. Perú As a center of domestication. En: J. Heredy Science. Perú. Vol. 16. No. 2 (1925)p. 33-46.
15. CORTEZ, S. Flora Colombiana. Librería El mensajero. Bogotá. 1955 segunda Edición 170.p.
16. CHAPARRO, R. & CORTES, H. La Achira (*Canna edulis*) Cultivo, Industrialización, Utilidad Forrajera. En: Temas de Orientación agropecuaria. Bogotá. No. 131 (Enero-Feb 1978) p. 7-52.
17. CHUNG, H. L. & RIPPERTON, J. C. (Edible canna) En: Hawaii. Bulletin. Hawaii Agricultural Experiment station: No. 56. Washington, D. C. USA. 1924, 16 p.
18. DARLINGTON, C.D.; and JANAK AMMAL E. K. Chromosome Atlas of cultivated Plants. Allen 2 Unwin London. 1.945.
19. DUKE, J. A. Etnobotanical observation on the Chocó Indians. En: Economic Botany. Vol. 24, No. 3. 1970 p. 344-366
20. ERAZO, G. La instalación del cultivo y construcción de una rallandería para el beneficio del cultivo de la Achira(*Canna edulis Ker*) Pasto, Colombia. FEDECAFE 1985 17 p.
21. FONT, P. Diccionario de Botánica, Barcelona. España: Labor. 1.953 p. 172
22. FONT, P.; QUER. Plantas útiles al hombre. En: Botánica Económica. Barcelona. España. Salvat. 1956. P. 476-477.
23. FORERO, P. L. E. (*Canna glauca*) En: Etnobotánica de las comunidades indígenas, Cuna y Waunana, Chocó, Colombia. Vol. 9, No. 33-34. 1980 p.161.
24. GADE, W. D. Achira, The (*Edible canna*): its cultivation and use in Peruvian Andes. En : Economic Botany. USA. Vol. 20, No. 4 1966; p. 407-415.
25. GARCÍA BERNAL, H. R; ARIAS R, S.L; CAMACHO, J.H. Almidón de Achira, Producción y uso industrial. Corpoica, Programa Nacional de Maquinaria y Poscosecha. Santa Fé de Bogotá 1.998. .
26. GARCÍA BERNAL, H. R. Producción y extracción de Almidón de Achira en Colombia. En Almidón de Achira, Producción y uso industrial. Corpoica, Programa Nacional de Maquinaria y Poscosecha. Santa Fé de Bogotá 1.998. .

27. GARCÍA, R. F. Informe de trabajo sobre Achira. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Chinchiná, Colombia. 1.970. 3P.
28. GIRALDO HERRERA, E & SABOGAL OSPINA, A. La guadua Una Alternativa sostenible. CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDÍO C.A.R.Q. Colombia 1.999.
29. GÓMEZ, A. La Achira (*Canna* sp) La Cruz Nariño. ICA DRI. 1980 6 p. (Mecanografiado)
30. HERMAN, M.. Raíces y Tubérculos Andinos, Prioridades de investigación para un recurso alimentario postpuest. CIP. Lima Perú 1.992. 32 p.
31. HEYWOOD, V. H. Las plantas con Flores. Editorial Reverted, S. A. 1985. P. 93-97.
32. HIMAT, Registros pluviométricos Estación Altamira Huila .
33. INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, SINCHI. Herbario Amazónico Colombiano, 1.996.
34. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BAVARIA S.A., UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Achira, Posibilidades de su cultivo y Aprovechamiento industrial en Colombia. Bogotá IIT 1969. 121 p.
35. JUNTA DE ACUERDO DE CARTAGENA. Comisión de Acuerdo de las comunidades Europeas. Primer foro internacional para el fomento de cultivos y crianzas andinas Lima. Perú 12 y 15 Noviembre 1990. 150 p.
36. KAY, D, E. Roots cops. En: Tropical products Institute. London 1.973. 245 p.
37. KIRCHOFF, B. K. Floral ontogeny and evolution in the ginger group of the zingiberales. En: Journal Cramer. Department of Biology University of North Carolina, Greensboro (24 July - 1 Aug 1987), p.45-46
38. LAI, K.L. y TSAI, Y. Z. Cultivation and processing of (Edible canna) in subtropical Taiwan. En: International Society for Horticultural Science. (July 1990) p. 117-122
39. LARROTTA, C. C. Observaciones etnobotánicas sobre algunas especies utilizadas por la comunidad indígena Andoque (Amazonas Colombia), Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.
40. LATCHMAN, R. La agricultura precolombina en Chile y los países vecinos. Ed. de la Universidad de Chile, Santiago, 1936 p.192.
41. LE DIVIDCH J. Feeding value of (*Canna edulis*) root of pigs. En: Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Vol. 61, No. 3 (1977); p 267-273.
42. LEÓN, J. Fundamentos Botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Primera Edición. IICA Costa Rica 1968, p. 127-128.
43. MARTÍNEZ NARVÁEZ, E. Y RODRÍGUEZ MATA LLANA, J. C. Convenio ICA- UNICEF- UJTL CENTA) Procesador de almidón de Achira. Bogotá. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, 1.988. 82 p. Tesis: Diseñador industrial.
44. MEJÍA, M. C. Le gusta el Sagú o la Chisgua En : Espectador. Bogotá Colombia 1.987
45. MENDOZA, G. Pegante de Etiquetas de Cerveza a base de almidón de Achira. División de Planeación y Desarrollo. Bogotá: Bavaria S.A. 1968.
46. MONTALDO, A. Bibliografía de raíces y tubérculos tropicales. Maracay, facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Alcance No. 13 1.967.
47. MONTALDO, A. (*Canna edulis* Ker) Cannaceae. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Lima Perú. Editorial IICA, Primera de. 1972. P.201-203. 30-45.
48. MONTALDO, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José de Costa Rica. 1.991. Segunda De. 408 p.
49. MORALES, R. R. Características físicas, químicas y organolépticas del almidón de Achira. (*Canna edulis* Ker) Revista de la Academia Colombiana de Ciencias exactas físicas y naturales. Bogotá, Colombia. V. 13 No. 51. 1969. P. 357-370.
50. NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL SCIENCES INSA. Root Crops Germplasm Research in Vietnam. Hanoi Vietnam 1.993.
51. PATIÑO, V.M. Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. Primera edición. Cali. Colombia. 1974 tomo 4 p.66.
52. PÉREZ ARBELÁEZ, E. Cannáceas; Achira o Chisgua, En: Plantas útiles de Colombia, tercera edición. Bogotá, Colombia. Víctor Hugo. 1947. P. 254-255
53. PÉREZ ARBELÁEZ, E. Plantas útiles de Colombia, Tomo Librería Colombiana. Bogotá 1.935
54. PÉREZ ARBELÁEZ, E. Las plantas, su vida y su clasificación. Biblioteca Aldeana de Colombia p. 95.
55. PITTIER, H. Catálogo de la flora Venezolana. T. Y. Caracas, Venezuela. El Comercio, 1926 1.945 186 p.
56. RIPPERTON, J. C. GOFF, ROY, A. (Edible canna) in the winea distric of Hawaii. En : Bulletin. Hawaii Agricultural Experiment Station. No. 54, Washington .. USA, 1924 16 p. II.
57. RIVEROS E.; ROZO L.; FIGUEROA, L. Conozcamos el mercado de la cadena de la Achira en el Huila y Tolima. La Plata, Paicol y Altamira en el Huila, Purificación en el Tolima. CORPOICA- PADEMER. Ibagué, Colombia 2003.
58. RODRÍGUEZ BORRAY, G.; GARCIA BERNAL, H. & OTROS. EL almidón de Achira o Sagú (*Canna edulis* Ker) Manual Técnico para su elaboración. Corpoica Y Programa nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria. Tibaitatá, Colombia 2003 p. 33.
59. RODRÍGUEZ BORRAY, G. Análisis económico de la Achira y de la obtención de su almidón en los departamentos de Cundinamarca y Huila. En: Almidón de Achira, Producción y uso industrial. Corpoica, Programa Nacional de Maquinaria y Poscosecha. Santa Fé de Bogotá 1.998.
60. ROZO WILCHES, L. Planta móvil para el beneficio de la achira (*Canna edulis* Ker) y la producción de almidón en

- áreas de economía campesina del departamento del huila. Corpoica Unidad Local Huila. Editorial Produmedios. Bogotá. 2003.
61. SANCHEZ DÍAZ, C. R. Investigaciones sobre áreas de cultivo, cernido, épocas de cosecha, panificación de la Achira (*Canna edulis* Ker) y Desarrollo y panificación del Sagú (*Marañita arundinácea* Linn). Tesis de Grado, (IA) Universidad del Tolima, Facultad de Agronomía. Ibagué, Colombia. 1978. 338 p.
 62. SOTO, H. Coreografía del Bambuco de las bizcocheras e historia del bizcocho de Altamira, Reinado Departamental de la Achira, Casa de la Cultura Altamira, Huila. 2002
 63. TORRES CANTOR, L.J. Aspectos Agronómicos en el cultivo de la achira. (*Canna indica*) En: Almidón de Achira, Producción y uso industrial. Corpoica, Programa Nacional de Maquinaria y Poscosecha. Santa Fé de Bogotá 1.998. .
 64. UGENT, D.; POZORSKI, T. New evidence for ancient cultivation of (*Canna edulis*) in Perú. En: Economy Botany. New York Botanical Garden. Vol. 38. No. 4 Oct-dec 1984. P. 417-432 il..
 65. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. Plantas Andinas. En: Revista de la Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela, p. 139.
 66. VIETMEYER, N. Los cultivos olvidados de los INCAS. En: Carta ganadera. Vol. 23. No. 9 (sept 1986). Bogotá. P. 21-23.
 67. VIETMEYER, N. Los Cultivos olvidados de los Incas. En: CERES 99. Revista de la FAO sobre agricultura y desarrollo. No. 19 Vol. 17, No. 3 (may- jun 1984) Bogotá. P. 37-40.
 68. WIT. H. C. D. Plantas Superiores. Tomo II Traducción de Felipe M. Lorda Alaiz. Barcelona España. Seix Barral. 1966 p. 686- 687 Yautia.
 69. YACOVIEFF, E. and HERRERA F. L. El mundo vegetal de los antiguos peruanos. Botánica Entnológica. En: Revista Museo Nacional Alfonso Duarte. Lima Tomo 3 No. Lima, 1934 Diego Palomina.

GLOSARIO

- ACHERA:** Denominación de la achira (*Canna edulis ker*) en Bolivia, Ecuador, Paraguay y Uruguay.
- AGROECOLOGICAS:** Características climatológicas y de suelo relacionadas con las especies agrícolas en un sistema de producción.
- ANDROCEO:** Conjunto de los estambres de una flor.
- ARTESAS:** Recipiente que sirve para amasar el pan y otros usos.
- BEDINGO:** Denominación de la achira morada (*Canna edulis ker*) en lengua Huitoto, en la región de Río Caquetá, Amazonas Colombia.
- BEDUCOCO:** Denominación de la Achira (*Canna edulis ker*) en dialecto indígena del Amazonas.
- BEDUNGO:** Denominación de la Achira (*Canna edulis ker*) en dialecto indígena del Amazonas.
- BICHE:** Fruta verde.
- BIODIVERSIDAD:** La variedad de especies vivientes nativas de una región.
- CAMOTE:** Raíz comestible del Perú.
- CAÑACORO:** Denominación de la achira (*Canna edulis Ker*) en Chile.
- CAPACHO:** Denominación de la achira (*Canna edulis Ker*) en Venezuela y región de la costa atlántica colombiana.
- CARPELO:** Estructura que contiene el óvulo, la cual siendo única, o bien asociada o combinada con otros carpelos, constituye el gineceo de la flor. Un carpelo puede compararse a una hoja plegada cuyos bordes se unen soportando los óvulos a lo largo de las líneas de unión. Un carpelo consta de tres partes: El ovario o porción basal hinchada que contiene los óvulos, el estilo o prolongación filamentosa del ápice del ovario y el estigma extremo especializado del estilo, sobre el cual se aloja el polen y germina.
- CLAVIFORME:** En forma de clavo, dicese del botón floral.
- CLON:** Descendiente de un solo individuo, raza pura, individuo producido asexualmente.
- CONCRESENTE**
Reunión de varias partículas reunidas en una sola masa.
- CORMO:** Tallo redondeado, hinchado debajo de tierra, que parece un bulbo en su aspecto general, pero sólido y que no está compuesto de hojas carnosas superpuestas.
- CHAKAMEPAÑEBA:** Denominación de la Achira (*Canna edulis Ker*) en dialecto Miraña en la región del Amazonas Colombo-Peruano.
- CHISGUA:** Denominación de la Achira (*Canna edulis Ker*) en el Norte de Santander, Pamplona.
- CHIMU:** Cultura indígena del Valle de Apurimac en el Perú, que emplearon las formas de los rizomas de achira en sus cerámicas.
- CHUMBIMBA:** Término para denominar la achirilla (*Canna coccinea Mill*) en la región de Antioquia y Córdoba, Colombia.
- ESCLEROTIZADAS:** Duro espeso, induración patológica de un tejido.
- ESTAMINIFERO:** Que lleva únicamente estambres.
- ESTAMINODIO:** Estambre imperfectamente desarrollado o vestigio.
- ESTAMINOIDES :** Estambre estéril.
- ESTOLONIFERO:** Tallo rastrero, vástago rastreo, que echa raíces y produce nuevas plantas.
- GRUYA:** Denominación de la Achira (*Canna edulis Ker*) en Centro América, especialmente en Puerto Rico y Panamá.
- HAZ:** Cara superior de la hoja.
- HUITOTOS:** Indígenas de la región de los Departamentos de Putumayo y Amazonas, Colombia.
- IMBRICADO:** Dítese de las hojas, escamas, etc., que están superpuestas como las tejas.
- IMOCONA:** Denominación de la achira en las Indias Occidentales.
- INCAS:** Nombre de todos los habitantes en el imperio del Perú. Rey, príncipe o varón de estirpe recia.
- INDICE DE CONVERSION:** Porcentaje de almidón contenido en los rizomas, obtenido después de su proceso.
- INDIVISO:** No dividido.
- ÍNFERO:** Dícese del ovario situado bajo el plano de inserción de los verticilos externos.
- IMOCONA:** Denominación de la Achira en dialecto Arawak de la Argentina
- JIT+BED+NGO:** Denominación de la Achira (*Canna indica*) en lengua Huitoto en la región Amazónica.
- LAXO:** Flojo que no está tirante, relajado y libre.
- LUANO:** Otra denominación de la Achira (*Canna edulis Ker*) en el Ecuador.
- MAKORAGUA:** Denominación a la Achira (*Canna sp.*) en dialecto Miraña en la región de Santa Isabel, Amazonas, Colombia.
- MACULA:** Mancha o borrón de color. Pequeño tubérculo, depresión muy pequeña.
- MARACA:** Otra denominación a la Achira (*Canna edulis Ker*) en Venezuela, Indias Occidentales y Antillas españolas.

MERISTEMO APICAL: Grupo de células indiferenciadas, localizadas y en división, que se encuentran en regiones de crecimiento activo.

MIRAÑA: Lengua Indígena de la Región Amazónica.

MULTIPLICACION ASEXUAL: Esta multiplicación es muy común entre los vegetales, que tienen una individualidad menos destacada que los animales y soportan sin morir el ser artificialmente cortados, podados y desyemados. Muy frecuentemente la planta madre y el trozo que se les ha sacado viven igualmente bien (aplicaciones hortícola o agrícola).

NAZCA: Cultura indígena de la región del Perú.

OVARIO: Órgano de la parte inferior del pistilo que contiene la semilla.

PAAIN: Denominación de la especie *Canna indica* L. En la región Caño Aduche en el Departamento del Amazonas, Colombia en lengua Andoke.

PARENQUIMA: Este tejido el más abundante de todos es al mismo tiempo el menos diferente del tejido embrionario o meristemo, y las células de que está formado son poliédricas, muy vivas y tienen una pared de celulosa pura. Estas contienen siempre mitocondrias, plastos y sustancias de reserva. Además los parénquimas incoloros y verdes, están en el tallo y las hojas.

PERIANTIO: Envoltura de las flores, consistente en la corola y el cáliz.

PETALOIDES: Cada una de las hojas que componen la corola de la flor.

RACACHA: Raíz comestible del Perú.

SAGU: Término para denominar la achira (*Canna edulis* Ker) en Centroamérica y en el Oriente de Cundinamarca, Colombia.

Propiamente, el sagú es la especie (*Maranta arundinacea*), de la familia de las Marantáceas, que produce unos tubérculos de color blanco en las raíces de los cuales también se extrae almidón.

SEUDOPATAS: Supuestas patas, o patas no desarrolladas.

SEUDOTALLO: Supuesto tallo.

SOSTENIBILIDAD: Se define como la racionalidad en el uso de los recursos naturales, indica que las actividades agropecuarias deben ser concebidas como actividades económicas, posibilidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras.

TAMIZADO: Pasar una cosa por el tamiz, ahechar, cernir, colar, cribar o pasar. Etapa del proceso para la extracción del almidón.

TEPALO: Estructura unitaria del periantio no diferenciado en sépalos y pétalos.

TRIBALBAR: Compuesto de tres labios.

TRILOBULAR: Que contiene 3 lóbulos o divisiones.

UZERO BED-NGO: Denominación de la Achira Blanca (*Canna edulis* Ker) en la región de Igará Paraná del departamento del Amazonas, Colombia, en lengua Huitoto.

VAINAS ENVOLVENTES: Cáscaras tiernas, que hacen parte de las hojas y que a partir del nudo respectivo envuelven el seudotallo.

VEDUNGO: Denominación de la Achira (*Canna indica* L.) y (*Canna edulis* Ker) en la región del Araracuara, departamento del Amazonas, Colombia. En lengua Huitoto.

VERTICILO: Conjunto de ramos, hojas o flores situadas alrededor de un punto del tallo.

