

20647
3/2007a



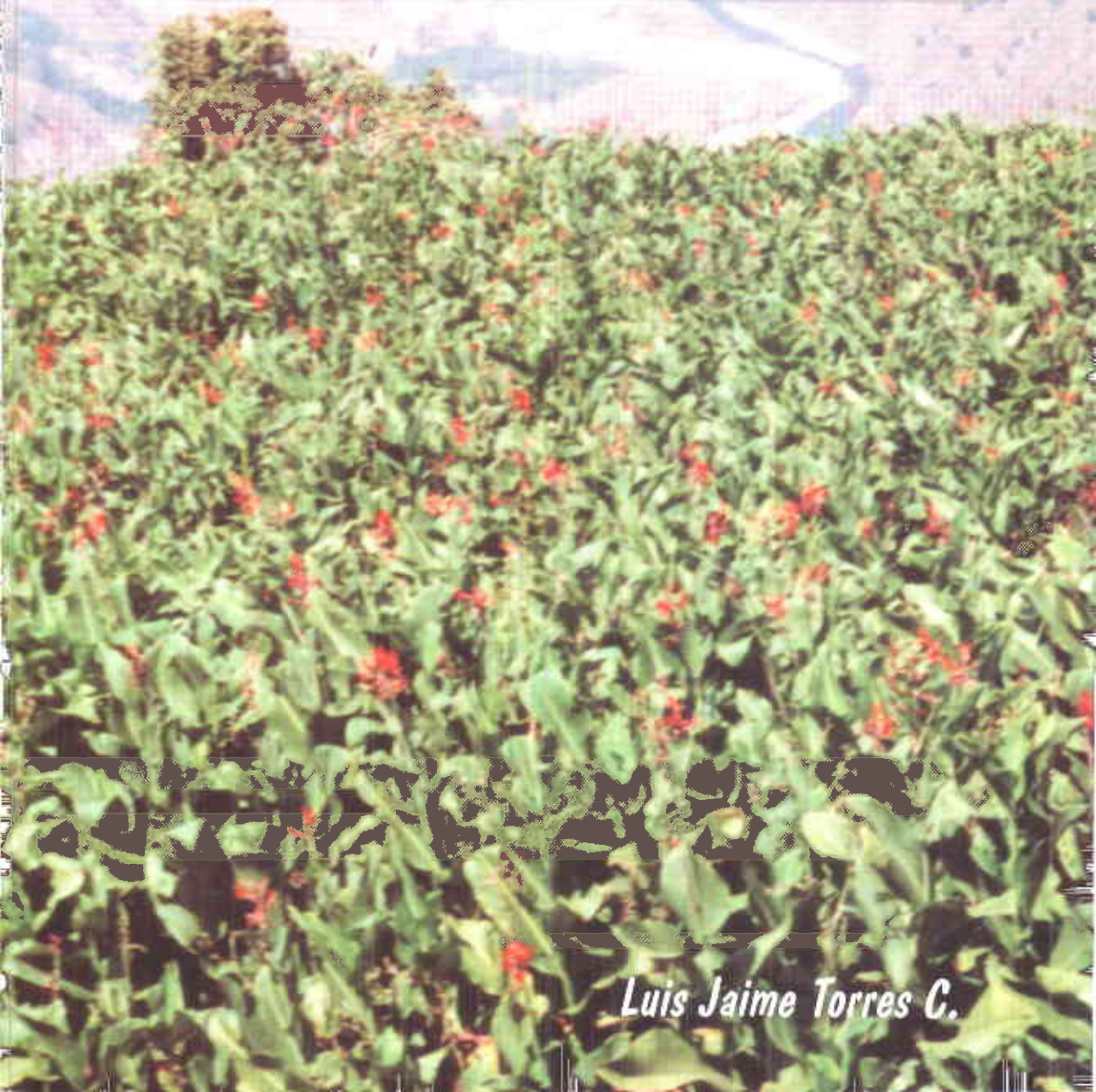
BIBLIOTECA AGROPECUARIA

COLOMBIA

21 MAYO 2004



**TECNOLOGÍA PARA EL CULTIVO
DE SAGU O ACHIRA
(*Conium edulis* Ker)**



Luis Jaime Torres C.

I. C. A. - BAC	
No. Acceso	
Compra	<input type="checkbox"/>
Conje	<input type="checkbox"/>
Donación	<input type="checkbox"/>
Procedencia	DEPOSITO LEGAL
CORPICA	
Fecha: 21-V-2004	Costo \$6.500

ISBN: 958-8210-56-9

© Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpolca
 © Gobernación de Cundinamarca

Autor: Luis Jaime Torres C.

Edición: Marzo de 2004

Tiraje: 1.000 ejemplares

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Diagramación, armada, fotomecánica,
 impresión y encuadernación

PA PRODUMEDIOS
 Productos editoriales y audiovisuales

www.produmedios.com

Tel.: 288 5338 - Bogotá, DC - Colombia

Impreso en Colombia

Printed in Colombia



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	5
CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	7
MORFOLOGÍA DE LA PLANTA.....	8
Raíz.....	8
Tallo.....	8
Hojas.....	9
Flor.....	9
Fruto.....	10
Altura de la planta.....	11
ÁREAS DE PRODUCCIÓN.....	12

	Pág.
ECOLOGÍA.....	13
Clima.....	13
Precipitación	13
Suelos.....	14
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	15
Selección del lote	15
Época de siembra.....	15
Preparación del suelo.....	16
Selección de semilla.....	17
Siembra	17
Fertilización.....	18
Manejo de malezas	22
Manejo de plagas y enfermedades	22
Cosecha.....	23
PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN	26
Lavado de rizoma	26
Rallado.....	28
Tamizado o colado.....	29
Lavado o blanqueado del almidón.....	30
Secado del almidón.....	31
Empaque	32
Almacenamiento.....	32
Transporte.....	33
Mercadeo	33
Subproductos del proceso	33
EL CULTIVO Y EL MEDIO AMBIENTE.....	36
Plan de manejo del agua	37
BIBLIOGRAFÍA	38



INTRODUCCIÓN

El cultivo de sagú o achira (*Canna edulis* Ker) se cultiva en áreas de minifundio, especialmente en el oriente de Cundinamarca, representando el 95% de la producción de almidón en el país; también se cultiva en el Huila y Nariño en forma comercial, y se estima que para el año 2003 se sembraron unas 840 hectáreas en el país.

La zona óptima para sembrar esta especie se localiza entre los 1.600 y 2.200 msnm, con temperaturas promedio de 18°C, alta luminosidad y lluvias bien distribuidas en el período vegetativo. El rendimiento promedio con tecnología tradicional es de 2.0 a 2.5 t/ha de almidón seco, mientras que con tecnología mejorada está entre 3.5 a 5.5 t/ha de almidón.

El cultivo en este momento no presenta limitantes por plagas y enfermedades, no siendo necesario el uso de pesticidas, lo cual mantiene el cultivo libre de contaminación química y con la tendencia hacia la producción con tecnologías más limpias.

El cultivo de esta especie en la zona data de hace mucho tiempo y sólo hasta hace poco se vienen realizando procesos,

para mejorar la producción y la calidad del almidón; Corpoica, a través del convenio con la Gobernación de Cundinamarca, viene mejorando el manejo agronómico, así como el proceso de extracción de almidón; se ha pasado de la práctica manual a la mecanizada, reduciendo los costos de producción, mejorando la calidad y disminuyendo el consumo de agua en el proceso de extracción y lo más importante, se ha humanizado las prácticas especialmente el tamizado.

Hoy en día se cuenta con materiales seleccionados más precoces y de mayor concentración de almidón, con recomendaciones de manejo agronómico, implementación de máquinas para lavar el rizoma, rallarlo y tamizarlo; con diseños de secaderos para disminuir el tiempo de secado y mantener la calidad; prácticas de empaque en lonas nuevas y de almacenamiento en condiciones adecuadas y, recomendaciones para el transporte más conveniente.

La presente cartilla ofrece los avances logrados en el cultivo y su manejo, así como el mejoramiento de la extracción del almidón para la obtención de una óptima calidad y además, el uso que se le debe dar a los subproductos como la fibra o hunche y los efluentes generados.



Foto 1. Cultivo en floración



CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Reino:	Vegetal
Subreino:	Fanerógamas
División:	Angiospermae
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Scitaminales
Familia:	Cannaceae
Género:	<i>Canna</i>
Especie:	<i>Edulis</i>
Nombre científico:	<i>Canna edulis</i>
Nombre común:	Achira, sagú, chisgua



MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

Raíz

Generalmente son pequeñas, cilíndricas y blancas; su función es absorber agua y nutrientes del suelo; la longitud varía entre 8 y 24 centímetros dependiendo del material; son más abundantes en la variedad Raizuda, de ahí su nombre; en los otros materiales son más cortas pero su función es la misma.

Tallo

Es un cormo o rizoma que se ramifica y origina vástagos aéreos, formando macollas; una misma planta puede presentar rizomas de segundo, tercero y cuarto orden. La longitud, el peso y el diámetro de los cormos dependen del material genético.

Como se aprecia en la Tabla 1 los cormos del clon Raizuda son más largos y pesados, pero de mayor diámetro los clones Verde 1 y Natagueña.

TABLA 1.
CARACTERÍSTICAS DE LOS RIZOMAS O CORMOS SEGÚN EL MATERIAL GENÉTICO

Clon	Longitud del cormo (cm)	Peso cormo (kg)	Diámetro cormo (cm)
Verde 1	8 - 10	0.19 - 0.24	5.1 - 5.8
Raizuda	15 - 26	0.26 - 0.32	4.8 - 5.1
Natagueña	10 - 12	0.22 - 0.25	5.2 - 5.8
Roja	7 - 8	0.20 - 0.28	4.6 - 5.3
Nativa	12 - 15	0.23 - 0.26	5.0 - 5.5
Maituna	8 - 12	0.18 - 0.25	4.0 - 4.5

Hojas

Son largas y anchas, sin divisiones; están compuestas de una vaina envolvente que se desarrolla en la base del vástago y tienen una lámina elíptica con una nervadura central, presente por el envés; son de color verde oscuro por el haz y claro por el envés. Algunos materiales presentan bordes color púrpura.

Flor

Los clones productores de almidón no tienen flores tan vistosas como los ornamentales, sus colores varían entre rojos, amarillos, naranjas; el cáliz tiene tres sépalos con 1.0 - 1.5 centímetros de longitud; la corola tiene tres pétalos delgados de cuatro a cinco centímetros de largo y tres estambres, el pistilo tiene un ovario infero trilocular.

TABLA 2.
CARACTERÍSTICAS DE LAS HOJAS

Clon	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Color
Verde 1	55 - 65	20 - 23	Verde
Raizuda	40 - 52	18 - 21	Verde - líneas blancas
Natagueña	57 - 64	22 - 27	Verde - bordes morados
Roja	49 - 50	23 - 24	Verde - bordes rojos
Nativa	49 - 52	25 - 28	Verde - redondeada
Maituna	56 - 60	19 - 22	Verde - punteada

Fruto

Los materiales que producen almidón como el Verde 1, Raizuda, Natagueña, Roja, Nativa y Maituna no presentan semilla. Su reproducción es vegetativa, es decir por rizomas que presenten puntos de crecimiento.



Foto 2. Semilla clon Verde 1

Altura de la planta

La altura promedio de la planta está entre 120 centímetros y 200 centímetros, dependiendo de la variedad, de la fertilidad del suelo y de las condiciones ecológicas donde se desarrolla.



Foto 3. Cultivo en floración



ÁREAS DE PRODUCCIÓN

El cultivo es de origen andino, posiblemente del Perú; el mayor desarrollo en Sur América se da en Colombia y hay referencias de cultivos llevados a Vietnam, Indonesia y otros países.

La principal zona de cultivo en el país, está localizada en el oriente de Cundinamarca en los municipios de Quetame, Fosca, Guayabetal, Gutiérrez, Cáqueza y Fómeque con un promedio de 800 ha, que varían año a año dependiendo del precio del almidón, condiciones de clima y disponibilidad de semilla.

En el departamento del Huila el cultivo se localiza en los municipios de La Plata, San Agustín, Isnos, Gigante y Altamira, se reportan pequeños cultivos en Guadalupe, Garzón, Oporapa, Pitalito, Suasa, Colombia, Tarquí y Yaguará. En el Huila existen unas 100 hectáreas de cultivo; también existe este cultivo en forma comercial en el departamento de Nariño, en el municipio de San Pablo con 70 ha/año.



ECOLOGÍA

Clima

El sagú o achira se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2.700 metros, pero por debajo de la zona óptima (1.600 - 2.200) se presentan problemas de deshidratación y baja concentración de almidón, y por encima puede haber problemas de heladas que afectan el follaje y el período vegetativo es más largo.

En Colombia la zona de desarrollo del cultivo se localiza entre los 1.700 a 2.200 msnm, con temperaturas promedio de 18°C, alta luminosidad y una humedad relativa entre 50 - 80 por ciento.

Precipitación

El cultivo necesita lluvias moderadas y bien distribuidas; en el oriente de Cundinamarca, en Cáqueza, las lluvias son de 800 mm/año y en el municipio de Guayabetal de 4.000 mm/año. Una de las condiciones respecto a la humedad es que no se presenten encharcamientos, ya que se producen pudriciones de los rizomas

y marchitamiento del follaje. En áreas de alta humedad las plantas retardan su crecimiento y pueden presentar amarillamiento.

Suelos

Se desarrolla en una amplia gama de suelos, su mejor comportamiento se ha obtenido en suelos francos, franco-arenosos, franco-limosos, ricos en materia orgánica y con una acidez entre 5.0 - 6.5; los suelos sueltos favorecen el desarrollo de raíces y por lo tanto la nutrición de las plantas, y también la circulación del aire, agua y el desarrollo de la microfauna en el suelo. Se ha obtenido respuesta a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en suelos pobres y erosionados, especialmente de ladera, predominantes en la zona.



ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Corpoica ha identificado unos doce clones productores de almidón y existe un potencial genético de materiales nativos; los materiales que han mostrado buen potencial de rendimiento del almidón son: Verde 1, Roja, Morada, Raizuda, Nativa, Maituna y Blanca.

Selección del lote

En lo posible el terreno debe ser plano a ondulado con pendientes inferiores al 30%, buena profundidad de suelo, de 20 a 30 centímetros, con buen contenido de material orgánico, suelos sueltos, con disponibilidad de agua para eventuales requerimientos del cultivo y para el beneficio; se debe evitar procesos de erosión por el agua y por el aire; y además, debe estar ubicado cerca al beneficiadero para facilidad de transporte.

Época de siembra

Generalmente se hace al comenzar las lluvias en los meses de abril a mayo con el fin de asegurar la emergencia de las plantas,

en zonas donde se disponga de riego se puede hacer en una época diferente, tratando que la cosecha coincida con período seco para obtener una buena concentración de almidón y facilitar las labores de arrancada y sacudida de los rizomas.

Preparación del suelo

Para sembrar este cultivo no es necesaria una preparación excesiva, con una arada y una cruzada son suficientes, ya que el tamaño de la semilla no exige desmenuzar el suelo; se requiere roturar el suelo para que exista paso de aire, agua y micro fauna en el perfil del mismo, más exactamente en la zona de desarrollo de raíces.



Foto 4. Preparación del suelo

Selección de semilla

Se utiliza la propagación vegetativa a través de los rizomas más jóvenes con yemas terminales de porte mediano a grande y que no presenten ataques de plagas ni daños mecánicos para evitar presencia de enfermedades.

El cultivo se puede desarrollar solo (monocultivo) o intercalado, generalmente con maíz.

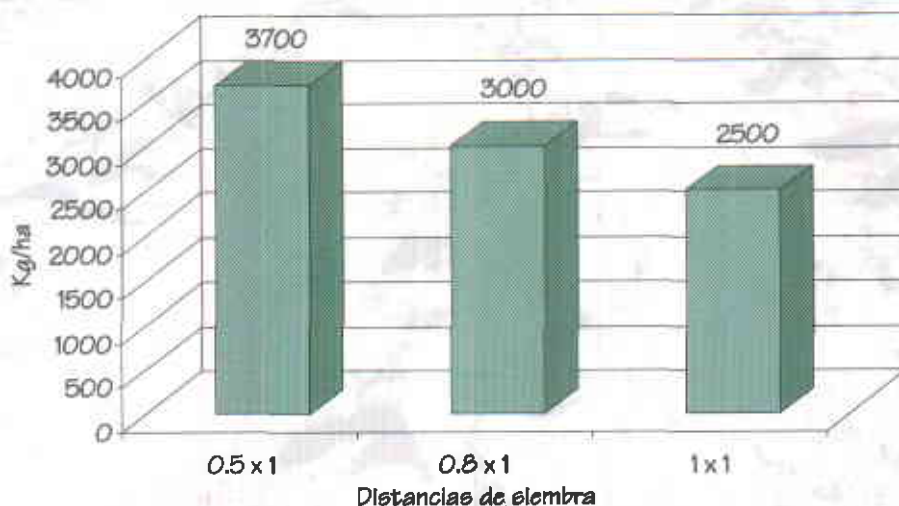
Siembra

La distancia entre surcos para la zona de oriente es de 1 metro y de 0.50 entre plantas y la siembra a una profundidad de 15 a 20 centímetros para una población de 20.000 sitios por hectárea; para ello se pueden emplear entre 20 y 25 cargas de 150 kilos de semilla por hectárea, equivalentes a 3.000 - 3.750 kilos de semilla en promedio dependiendo del tamaño de la misma.



Foto 5. Distancia de siembra

GRÁFICO 1.
EFECTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ALMIDÓN
EN EL ORIENTE DE CUNDINAMARCA

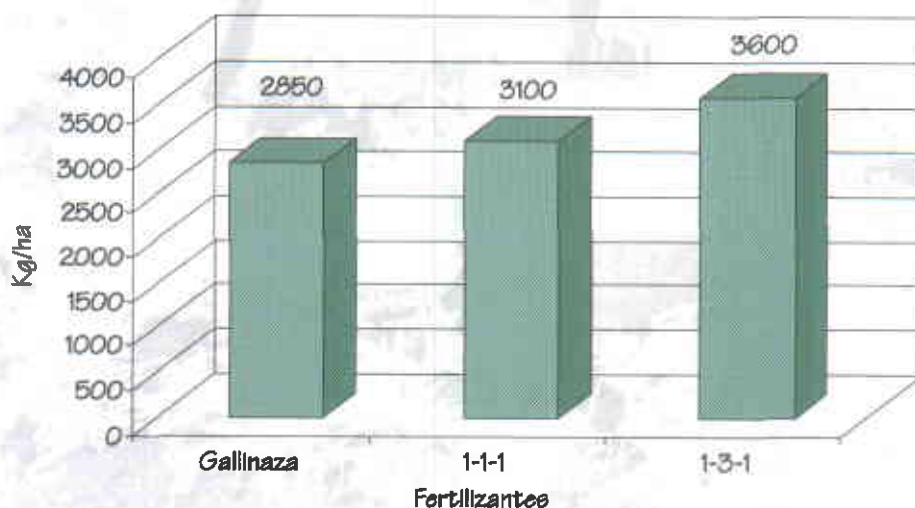


Fertilización

La experimentación en esta zona indica que hay respuesta a la aplicación de cal dolomita; la cantidad depende del análisis de suelos pero en términos generales se puede utilizar entre 1.5 a 2.0 t/ha aplicada con la preparación del lote o al momento de la siembra, regada al voleo o en cada sitio.

También hay buena respuesta al suministro de materia orgánica representada en humus o gallinaza procesada, la cantidad a aplicar depende del contenido de materia orgánica del suelo; en general, se puede aplicar entre 3 y 5 toneladas por hectárea, colocando 250 a 280 gramos por sitio. La aplicación de compuestos o elementos simples ricos en fósforo y potasio dependen del análisis de suelo y pueden variar entre 800 y 1.200 kg/ha; en caso de los compuestos, se deben aplicar al fondo del hoyo al momento de la siembra. Cuando las

GRÁFICO 2.
EFFECTO DE LAS FUENTES DE FERTILIZANTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ALMIDÓN EN EL CULTIVO DE SAGÚ O ACHIRA EN EL ORIENTE DE CUNDINAMARCA



condiciones del suelo son muy pobres en nutrientes y el aspecto de las plantas es raquítrico y presentan poco desarrollo puede realizarse un reabonamiento al momento de la primera desyerba.



Foto 6. Aplicación de cal





Manejo de malezas

Las malezas compiten por agua, luz y nutrientes, por tanto se debe hacer una primera desyerba a los 30 días y otra a los 90 días dependiendo de la presencia de éstas, al cabo de este tiempo el cultivo cierra calle y las malezas no crecen por ausencia de luz para su desarrollo.

Manejo de plagas y enfermedades

En la zona del oriente de Cundinamarca, la presencia de plagas y enfermedades no es limitante, sin embargo, se presentan ataques de chiza, chinche hediondo, presencia de *Antracnosis* en el follaje y *Rosellinia* sp. en los rizomas, especialmente en zonas que han sido desmontadas recientemente y existe una gran humedad; en la zona del Huila se reporta presencia de *Sigatoka* amarilla y pudrición radical; en cuanto a plagas se menciona ataque de gusano tornillo, chiza o mojoyoy y gusano cogollero.



Foto 7. Desyerba

El manejo que se le ha dado a las plagas y enfermedades es de tipo cultural y mecánico, sin utilizar productos químicos, manteniendo de esta forma el equilibrio biológico entre las especies, para obtener un producto libre de contaminación química por la ausencia de aplicaciones de pesticidas.

Cosecha

La cosecha se hace entre los 8 y 10 meses, cuando la planta llega a su madurez y cuyos síntomas son: el follaje empieza a secar, al realizar un corte transversal en un rizoma, éste por oxidación, muestra un color negrusco que corresponde al contenido de almidón y el último indicador es el del tiempo de su período vegetativo.

Una vez evaluados los síntomas de madurez se pasa a cortar el follaje con machete o guadaña, dejando una porción del vástago para

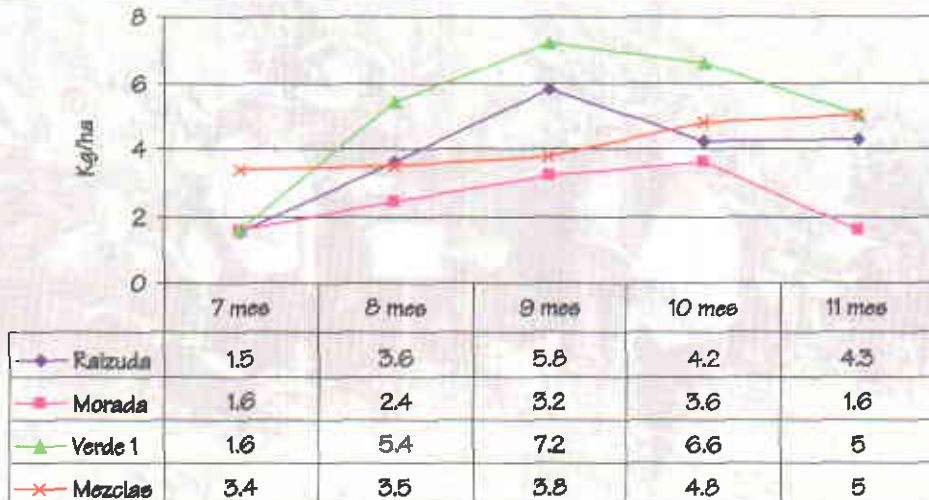


Foto 8. Cosecha con guadaña

COSECHA DE SAGÚ O ACHIRA



GRÁFICO 3.
PRODUCCIÓN DE ALMIDÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES



Meses de evaluación

poder sacudir la tierra que se adhiere al rizoma y también para evitar que éstos se adhieran al corte que se ha hecho; algunos agricultores cortan parte de las raicillas para disminuir el volumen del material vegetal en el rallado, lo cual no es necesario pues implica mayor número de jornales.

El rizoma se saca del suelo a pica o se puede utilizar el arado con la yunta de bueyes; se sacude, se le corta parte del vástago y se deja amontonado listo para el empaque en lonas y transportarlo al sitio de beneficio.



Foto 9. Arrancada del rizoma



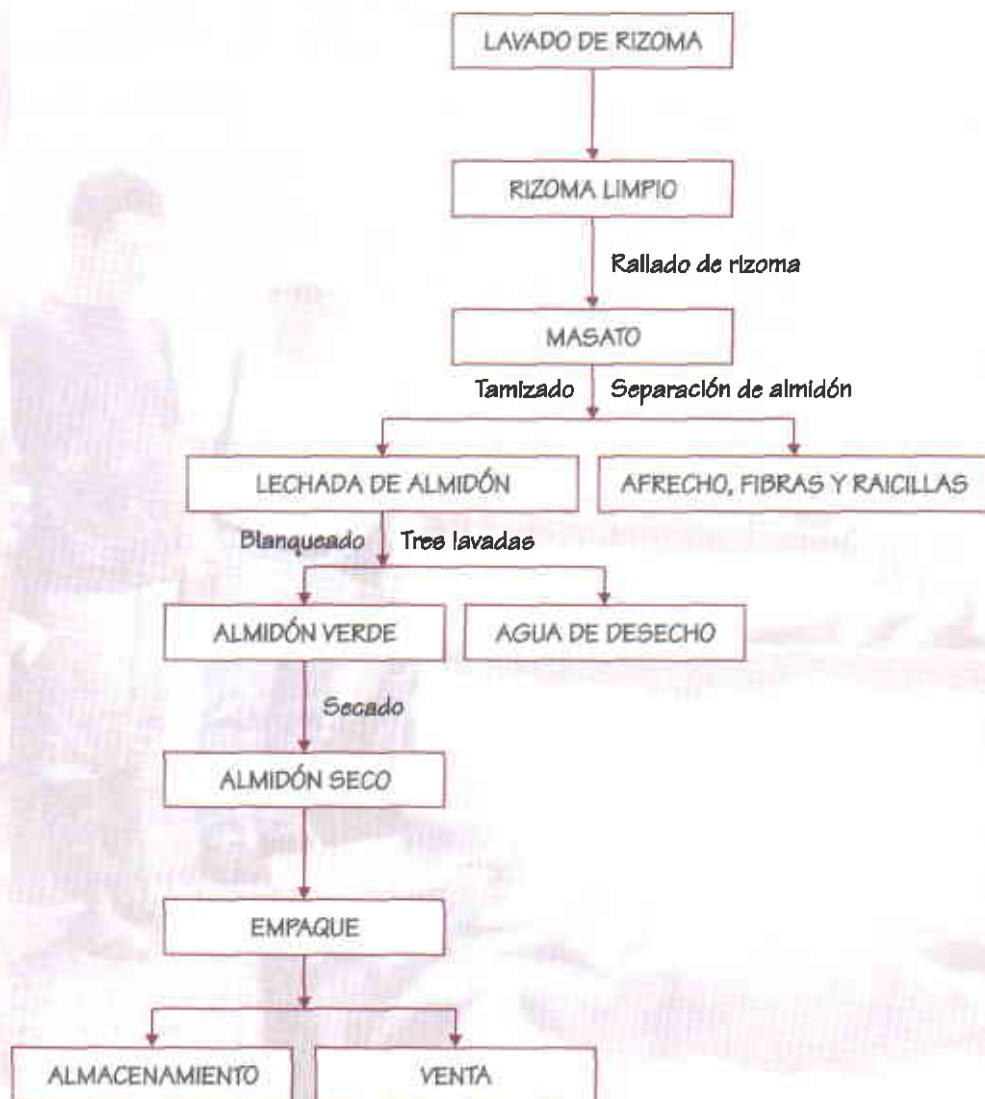
PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN

Lavado de rizoma

Una de las actividades de mayor importancia en la calidad del almidón es el lavado de los rizomas, para desprender la tierra y la arena que pueden contener en los intersticios dados por su forma irregular. Una práctica que se debe hacer es la de colocar los rizomas por un tiempo determinado en tanques o bateas para que se ablande la tierra y la arena y se produzca su desprendimiento, este tiempo es relativo y puede estar entre 20 a 30 minutos de remojo; luego, mediante agitación y suministro de agua por varias veces, se procede a lavar el rizoma.

En el proceso mecanizado se cuenta con una lavadora que mediante movimientos y suministro de agua a presión y en flujo continuo lava el rizoma, garantizando una buena eficiencia en el desprendimiento de arena y tierra.

DIAGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE ACHIRA



Rallado

Después del lavado de los rizomas se efectúa el rallado mediante una máquina accionada por motor eléctrico o a gasolina que está integrada por una tolva de alimentación con un cilindro de hierro recubierto con caucho industrial, al cual se le fija una lámina de acero inoxidable calibre 22 ó 24 troquelada en forma de espina de pescado, con estallado de las púas en cuatro puntas, tiene una tabla de madera curvada que actúa como pechero y permite una mayor área de contacto y permanencia del rizoma expuesto a la acción de las púas del rallo; tiene además, un canal de descargue de la masa rallada en acero inoxidable.

El rallo puede ser accionado con un motor eléctrico de 3 HP o de 4 a 5 HP si es a gasolina. El sistema de transmisión del movimiento es mediante poleas y correas; para mejorar la eficiencia del rallado y facilitar la separación del almidón se cuenta con un sistema adicional



Foto 10. Planta Guacapate

de agua por medio de boquillas que suministra un litro de agua por minuto; la capacidad de la máquina varía entre 700 y 1.000 kilogramos de rizoma rallado por hora.

Tamizado o colado

La masa o masato que se obtiene del rallado contiene material vegetal macerado, raicillas y almidón; por lo tanto es necesario separar el almidón de estos materiales mediante el colado o tamizado, para ello se utilizan tamices con dos tipos de malla, una tela fina (muselina u otros) que permite el paso de almidón y un anejo plástico que sostiene la tela evitando que, con los movimientos y la presión del agua, se rompa fácilmente.

Con movimientos circulares y el suministro de agua se va separando el almidón de la fibra que va quedando en la parte superior; es de anotar que, mediante la presencia del agua, el almidón se separa fácilmente de la fibra.

La propuesta tecnológica presenta varios tipos de tamices: tamiz continuo por tornillo, tamiz giratorio cónico continuo, tamiz giratorio cuadrado continuo, tamiz cilíndrico continuo, tamices vibratorios, tamices vibratorios con recolector y tamiz de flujo continuo; lo importante de la mecanización es el que facilita la labor de tamizado que se hacía a mano con menor rendimiento y eficiencia, y con mayor gasto de agua.

Descripción del tamiz de flujo continuo diseñado por Corpoica: Es una estructura metálica que consta de un cilindro en acero inoxidable de 60 centímetros de diámetro y una longitud de dos metros recubierto en tela de súper nylon de 80 huecos por pulgada, soportada en una malla de acero inoxidable de 8 huecos por pulgada; la tela y la malla se fijan al cilindro con 6 aros en acero inoxidable, el cilindro está cubierto

con una camisa del mismo acero que evita salpicaduras y recibe la lechada resultante del tamizado. Para cargar la masa rallada cuenta con una tolva en forma de medio cono también en acero. La tamizadora es accionada por un motor que gira a determinadas revoluciones; la máquina tiene una capacidad de 400 kilogramos de rizoma rallado por hora y consume cerca de tres litros por kilogramo de rizoma.

Lavado o blanqueado del almidón

Una vez tamizado el almidón se pasa a las bateas, artesas o tanques para su sedimentación, cambiando sucesivamente el agua con el fin de separar las impurezas que queden y utilizando instrumentos que no contaminen, como palas en plástico o acero, o en caso de extrema necesidad en madera; el almidón se sedimenta en el fondo permitiendo evacuar el agua con las impurezas que flotan por tener menor densidad;



Foto 11. Planta La Palma

el número de lavadas depende de la eficiencia en el lavado del rizoma, la calidad del agua utilizada y el estado de los equipos, especialmente del tamiz; el almidón obtenido debe ser de color blanco.

Secado del almidón

El secado influye en la calidad del almidón; Corpoica ha implementado el secado bajo invernaderos de plástico transparente donde se triplica la temperatura ambiente; el plástico utilizado es de calibre 8 y para la entrada y salida de aire se utiliza una muselina que no permite la entrada de materiales extraños al área de secado; el almidón se deposita en paseras, que pueden ser de diferentes materiales como madera, guadua u otros, y que se recubren con un plástico negro; el piso del invernadero o secadero debe ser en cemento o recubierto con gravilla fina que ayuda a concentrar calor.



Foto 12. Invernadero

En estas estructuras se disminuye el tiempo de secado y se logra una buena calidad; el contenido de humedad debe estar por debajo del 20%.

Empaque

Los empaques a utilizar deben ser lonas nuevas de polipropileno micro perforadas o laminadas y cocidas, con una capacidad de 50 kilos que garantizan una buena presentación y preservan la calidad.

Almacenamiento

El almidón se debe almacenar sobre estibas de madera con buena ventilación y luminosidad para evitar apelmazamientos del almidón y ataque de roedores que dañan los empaques.



Foto 13. Almacenamiento

Transporte

El transporte se debe hacer en vehículos libres de olores y bien aseados; en zonas con carreteras destapadas los bultos se deben cubrir con plásticos que los protejan de tierra y polvo.

Mercadeo

La estructura de mercado que se da corresponde a un oligopsonio (pocos compradores) ubicados en sitios estratégicos que, según la oferta y la demanda, determinan el precio a pagar al productor.

En épocas de cosecha el precio se deprime (baja) y a medida que se aleja de la época de cosecha éste comienza a subir; también influyen las épocas de vacaciones como Semana Santa, junio - julio, diciembre - enero, épocas en que se reactiva el turismo y la demanda por los productos panificados a base de este almidón como es el caso de la típica achira.

Subproductos del proceso

Del proceso de extracción del almidón resulta el afrecho o hunche que básicamente está constituido por fibra que se puede utilizar en la lombricultura, secando estos residuos un poco; o en la elaboración de compostaje acelerado por medio de bacterias ya que la fibra demora bastante tiempo en descomponerse; el hunche contiene un 36% de fibra cruda, un contenido de proteína cruda de 3.6% y algunos minerales como calcio, fósforo, magnesio y potasio.

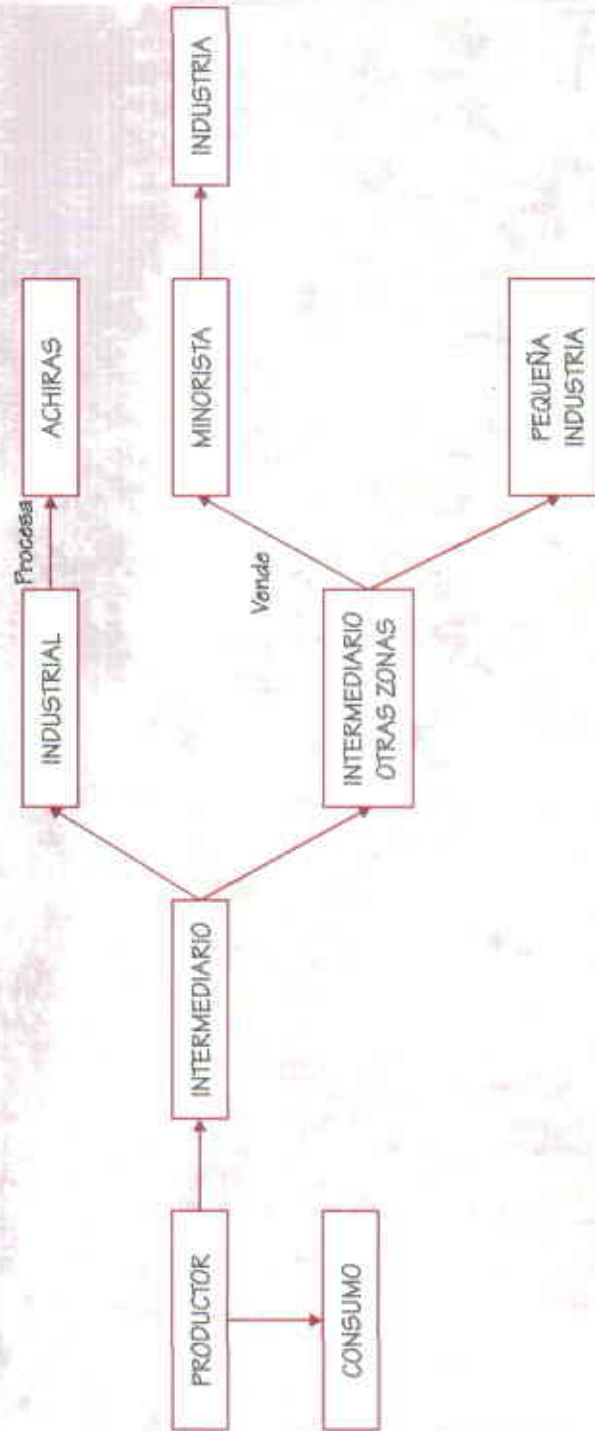
Actualmente el hunche se utiliza para regarlo en el suelo con el objeto de mejorar su estructura, al aumentar la porosidad y aireación, lo cual permite una mejor penetración de raíces para la absorción de agua y

nutrientes. El agua utilizada en el proceso puede servir para regar los cultivos ya que no contiene elementos que sean nocivos a las plantas; en los análisis realizados se presentó únicamente la pérdida de oxígeno, que se puede recuperar.



Foto 14. Residuos de sagú

CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE ACHIRA EN EL ORIENTE DE CUNDINAMARCA





EL CULTIVO Y EL MEDIO AMBIENTE

Si definimos el medio ambiente como el ámbito biofísico natural y sus sucesivas transformaciones, en donde consideramos la energía, el aire, el agua, la tierra, su fauna, su flora, los minerales y el espacio, así como las interacciones entre estos elementos y la sociedad, y además los factores económicos, sociales, políticos y culturales, podemos comprender la importancia de contribuir a su preservación y el despertar la conciencia de que todo proceso que se desarrolle produce una modificación en el medio ambiente que altera el equilibrio natural existente.

Uno de los factores de alteraciones es la contaminación, considerada como un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, del agua o de la tierra que pueden afectar la salud, la supervivencia o las actividades de los seres humanos u otros organismos vivos.

En el desarrollo del cultivo de sagú o achira, el agua es bien importante y está relacionada con tres factores:

- La precipitación, es decir el agua que cae en la zona, su rango varía entre 800 y 4.000 milímetros año.

- La *escorrentía*, es la forma como el agua lluvia se desplaza, luego de caer y depende de la pendiente, el tipo de suelo, su profundidad y la vegetación.
- La *infiltración*, hace referencia a la penetración del agua en el subsuelo, depende de la pendiente, del tipo de suelo y de la porosidad.

Plan de manejo del agua

- Reforestación y recuperación de caudales.
- Recuperación de zonas naturales.
- Construcción de embalses para retener agua en épocas de lluvia.
- Construcción de tanques de almacenamiento.



BIBLIOGRAFÍA

Cárdenas, M. Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia. Universidad de Cochabamba. Cochabamba Bolivia. 1950, 19 p.

Chaparro, R. y Cortes, H. La achira (*Canna edulis*): Cultivo, industrialización, utilidad forrajera. En: *Temas de Orientación Agropecuaria*. Bogotá, No. 131. Ene - Feb. 1978.

Gade, W. D. Achira, the Edible canna, its cultivation and use in the Peruvian Andes; *Economic Botany*. Natyonal Academy of Sciences. 1965. 407 - 415 p.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Regional Uno. Distrito Cáqueza. Alternativas en el cultivo de sagú (*Canna edulis* Ker). Tibaitatá, octubre. 1987.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Creced Provincia de Oriente, Cáqueza. Tipificación T.L.P. Sagú, sagú x maíz. 1986 - 140 p.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. *Creced Provincia de Oriente, Cáqueza. Estado actual de la asistencia técnica para pequeños productores en el municipio de Quetame. Diciembre de 1992.*

Montaldo, A. *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales.* Lima: IICA. 1972, 203 p.

Rodríguez, G. y García, H. *El almidón de achira o sagú.* Corpoica, Pronatta. Bogotá, 2003. 33 p.

Torres, J. *Beneficio de la achira para la obtención de almidón en Colombia. Curso Internacional de Raíces Andinas, memorias, Cajamarca. Perú, 1996.*

Torres, J. *Achira: cultivo promisorio en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Regional uno. Bogotá, 1999.*