



Optimización de los subproductos del Figue





# PHYTO

Universidad ICESI  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Diseño  
Programa de Diseño Industrial  
Cali, Colombia

Daniela Duque  
Tutor: Luis Mejía

# I. INTRODUCCIÓN AL DOCUMENTO

El siguiente documento recopila la información y proceso del proyecto PHYTO. De índole de diseño industrial, el proyecto se enmarca dentro de la agroindustria fiquera en Colombia y sus dificultades, con el propósito de llegar a una propuesta formal y funcional que permita la diversificación de dicha industria. Todo con el ánimo de ayudar a fortalecer la economía y tradición del corregimiento indígena de Paniquitá, ubicado en las afueras del Cauca y cuya actividad económica principal rodea a la agroindustria del fique.

Razón por la cual el proyecto porta la información a analizar tanto de fuentes teóricas como de trabajo de campo realizado, concentrándose principalmente en la actividad de desfibrado de la planta del fique y sus múltiples problemáticas de ingeniería, sociales y culturales, económicas y ambientales.

PHYTO se presenta entonces a raíz del deseo de participar en un contexto profundamente arraigado en la tradición e historia colombiana con la posibilidad de explorar áreas y grupos sociales de patrimonio cultural un poco aislados de la sociedad urbana. Al igual que la oportunidad de trabajar de la mano con un grupo de personas que buscan el bienestar de comunidades indígenas como los mismos cabildos y la empresa Empaques del Cauca que particularmente ha desarrollado trabajos con la comunidad con el interés de obtener fibra de fique de mejor calidad.

Finalmente, PHYTO concluirá en la elaboración y desarrollo de un sistema resultado de un proceso de diseño industrial cuyo objetivo es ayudar a evitar la extinción de la tradición fiquera basándose en la diversificación de la industria aprovechando el apetito que el mundo actual tiene por materiales naturales y biodegradables.

# ÍNDICE GENERAL

I. Introducción al Documento	1		
II. PHYTO			
Introducción al proyecto	4		
Problema	5		
Objetivo Principal	5		
Objetivos Secundarios	6		
Justificación	6		
Metodología de la Investigación	9		
III. MARCO DE REFERENCIA			
Marco Histórico	10		
Furcraea	11		
Proceso de Pencas	12		
DESFIBRADO	13		
Recursos	13		
Actividad del Desfibrado	14		
Consecuencias Ambientales	15		
Efluentes de Agroindustria	15		
Conclusiones Desfibrado	17		
INDUSTRIA			
Desperdicios del Desfibrado	18		
Separación de Subproductos	18		
Productos y Agentes	19		
Matriz Subproductos	21		
		Productos Destinados	22
		Componente Legal	23
		USUARIO	
		Corregimiento Indígena Paniquitá	24
		Economía	24
		Conclusiones Usuario	26
		CONCLUSIONES GENERALES	27
		REFLEXIONES	28
		IV. MARCO CONCEPTUAL	
		Concepto	30
		Definición	30
		Necesidad	30
		Factor Innovación	30
		Determinantes y Requerimientos	31
		V. DISEÑO	35
		VI. MÓDULO DE MERCADEO	46
		VII. MÓDULO DE PRODUCCIÓN	54
		VI. ANEXOS	59
		VII. BIBLIOGRAFÍA	68

# ÍNDICE TABLAS Y GRÁFICAS

Nota: todas las fotografías publicadas en el documento fueron documentadas en el proceso de investigación por lo que son de propiedad intelectual del proyecto PHYTO

Gráfica 1: Objetivos	5
Gráfica 2: Desfibradora	13
Gráfica 3: Matriz Subproductos	21
Gráfica 4: Requerimientos Formales	31
Gráfica 5: Requerimientos Funcionales	32
Gráfica 6: Requerimientos Estructurales	34

## II. proyecto PHYTO INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

El uso de fibras naturales se presenta desde el comienzo de la humanidad; en Colombia el fique es la principal fibra natural utilizada desde tiempos precolombinos. No obstante el uso de fibras sintéticas con mejores propiedades específicas ha causado una caída en el mercado del fique, particularmente en la década de los noventa. Sin embargo, la preocupación actual por el detrimento de las fuentes naturales a nivel mundial lanza una nueva mirada a las fibras naturales y al cuestionamiento de porqué se desarrollan empaques actualmente en los que su producto interior es de consumo rápido pero el empaque tomará años en desaparecer completamente y aun entonces dejará químicos nocivos en el suelo en el que se descompone (1). Principalmente utilizado en empaques de alimentos, el fique, junto con el resto de las fibras naturales se presentan como óptimos para empaques 100% biodegradables.

En Colombia se estima que hay más de 23.000 hectáreas en cosecha de fique, un cultivo que usualmente se alterna con otros gracias a sus propiedades y contenido nutricional que enriquece la tierra en un tiempo menor al usualmente utilizado. La cantidad de nitrógeno del fique que alimenta la tierra permite formar tierra agrícola en tan solo diez años, mientras que cualquier otro tipo de planta, bajo las mismas condiciones, requeriría al menos dos siglos en obtener el mismo resultado. Pero su bajo rendimiento, la espera de cosecha de tres años, y la crisis que sufrió la industria en los noventa han causado que comunidades figueras orienten sus tierras a diferentes cultivos, incluyendo los ilícitos por su alta productividad y remuneración. Lo cual resulta en un déficit de más de 7.000 toneladas al año de demanda insatisfecha.

Aun así en Colombia hay 70.00 familias que dependen del fique y que viven debajo de la línea de pobreza. Son familias que pertenecen a comunidades indígenas como la del corregimiento de Paniquitá que participan en la producción anual correspondiente a aproximadamente 24.000 millones de pesos. Aun así “los residuos del proceso de extracción de fibra constituyen el 96% del peso de la hoja, lo cual sumó 518.400 toneladas a la cosecha nacional de 2003, porcentaje aun sin valoración económica” (2). Es precisamente en aquellos residuos en los que se orienta el proyecto PHYTO, en permitir a las familias un ingreso derivado de las actividades ya establecidas en la agroindustria del fique para no perder la tradición cultural que llevan estas comunidades por años. De igual manera es ese factor el que servirá de comprobación del resultado final para el sistema, la comparación que actualmente se da en la actividad del desfibrado únicamente de fibra larga y la que permitirá el producto a desarrollar.

1. (McDONOUGH, William, BRAUNGART, Michael. Cradle to Cradle. North Point Press. 2002)

2. (Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Departamento Nacional de Planeación, 2006, segunda edición )

## PROBLEMA

¿Es posible clasificar y separar los subproductos del fíque durante el proceso de desfibrado, para un óptimo aprovechamiento y posterior distribución de la totalidad de la penca en los cultivos da Paniquitá, Cauca?

## OBJETIVO PRINCIPAL

Optimizar la actividad del desfibrado para un aprovechamiento completo de los desperdicios de las pencas de fíque, procurar una situación de trabajo mas adecuada para el trabajador y condicionar al proceso el embalaje de subproductos para una posterior distribución.

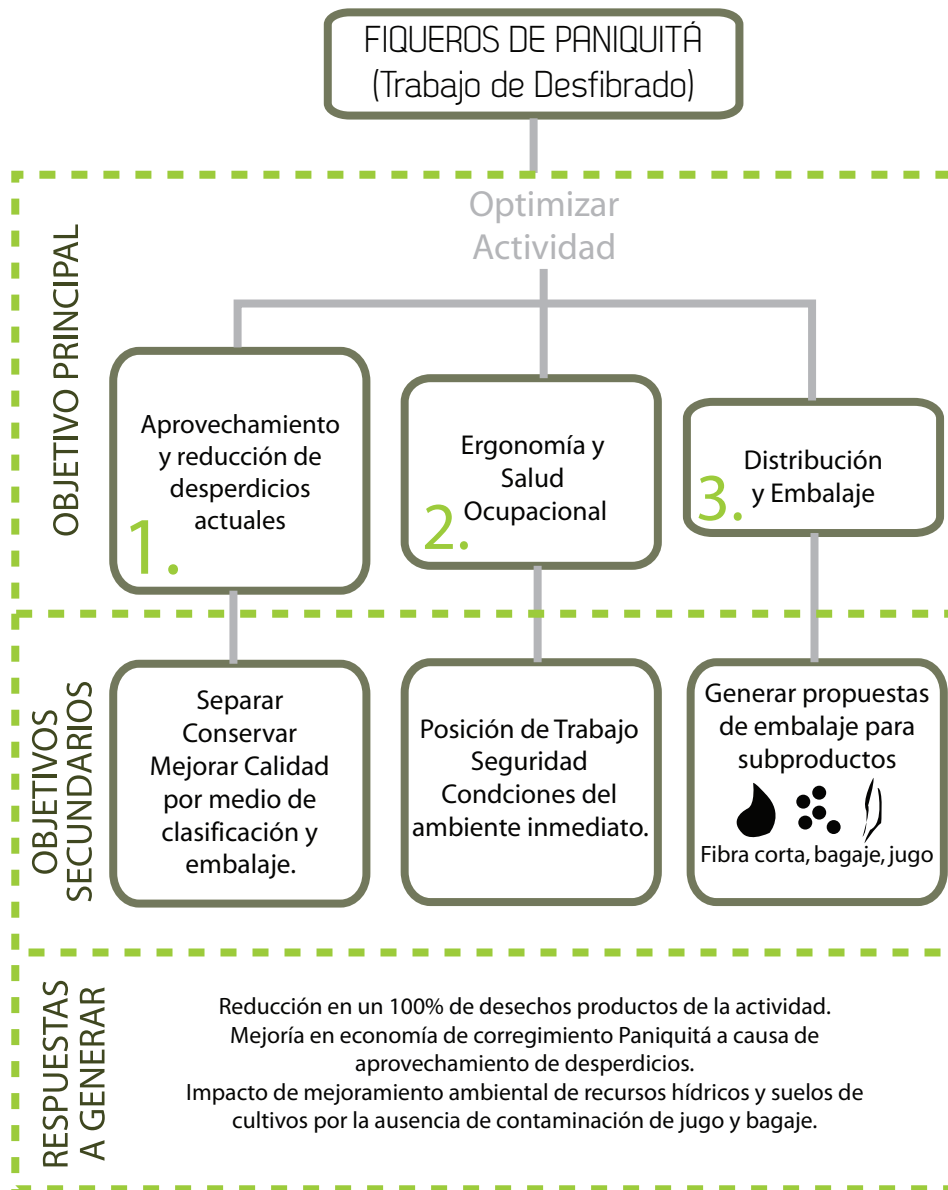


Gráfico 1. Objetivos



## OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Diseñar el condicionamiento del proceso de desfibrado para la clasificación y embalaje de subproductos.
- Determinar proceso de separación de subproductos del fique.
- Identificar requerimientos para embalaje y transporte de cada uno de los subproductos.
- Diseñar embalaje estandar que funcione para cada uno de los tres subproductos.
- Generar protección de salud de usuario del proceso.
- Demostrar a la comunidad de Paniquitá la importancia de los subproductos del fique.

## JUSTIFICACIÓN



El fique forma parte de las condiciones socioeconómicas y culturales de Colombia desde épocas prehistóricas. Ha sido utilizada para fabricar alpargatas y costales típicos de la región andina; su productividad se presenta desde tiempos inmemoriales y, a pesar de haber sido amenazada por la sustitución con materiales sintéticos, aun subsiste y es el sustento de comunidades enteras. Actualmente hay tres industrias que producen hilos y sacos, cordeles, pasadizos y felpa, estas se distribuyen en la Industria Coohilados en Santander, Empaques de Medellín y la Empresa de Empaques del Cauca.

Ésta última, localizada en Popayán, trabaja y se provee de comunidades Fiqueras cercanas, como el corregimiento indígena de Paniquitá. Lugar donde los indígenas cultivan y procesan las pencas de fique para la obtención de fibras largas las cuales luego son vendidas a Empaques del Cauca para la producción de sacos.

El proceso que trabajan los fiqueros es el siguiente:

1. Cultivo de *Furcraea* (Fique)
2. Corte y despuado de pencas
3. Desfibrado de pencas:
4. Secado de Fibra:
5. Formación de paquetes de 12 ó 14 kilos.

## PROBLEMAS EN EL PROCESO

### Ambientales y productivos:

Como consecuencia del proceso de desfibrado se encuentra principalmente un desperdicio del 96% de la penca, ya que la fibra larga constituye un 4% de la penca. Únicamente la fibra de un largo de 80cm o mas se compra para la producción de sacos, por lo que los indígenas no consideran el resto de subproductos (jugo, biomasa y fibra corta) como posible utilidad en otros procesos productivos. Por lo tanto los indígenas no utilizan en 96% restante de la penca, la cual permanece en el suelo y quema la vegetación por la alta causticidad de la planta. Posteriormente los indígenas pasan a lavar la fibra larga en el rio para la obtención de una fibra más limpia y poder proceder al secado. Lo cual causa un gran deterioro de los recursos hídricos encontrados en la zona, ya que la alta cantidad de saponinas que contiene el jugo de la penca causan una desoxigenación del agua, perjudicando a los seres vivientes habitantes del río.

Desperdicios del proceso



### De salud y ergonomía:

El proceso de desfibrado se lleva a cabo en el lugar de los cultivos ya que se debe hacer inmediatamente luego del corte de las pencas, de lo contrario se causaría un deterioro de la fibra larga. Esto tiene varias consecuencias para el trabajador que efectúa el proceso. En primera instancia está sujeto a las condiciones ambientales de la intemperie, calor, frio a causa de la temperatura ambiental. Segundo, los suelos donde se cultivan la penca tienden a ser zonas frías y de alta humedad y precipitación, por lo cual la tierra suele ser húmeda y resbalosa, por lo que los indígenas tienden a formar un agujero en la tierra en el lugar donde se para el sujeto para prevenir caídas y tener una postura más cómoda frente a la máquina. Tercero, la biomasa de la penca que permanece en el suelo tiene un olor y un jugo bastante atractivo para zancudos, por lo que se encuentran enjambres enteros de estos animales que rodean al aéreo, como defensa el trabajador se cubre con trapos la cabeza y debe usar botas pantaneras. Finalmente el otro riesgo se presenta por la maquinaria utilizada, en la cual deben introducir la penca con la mano y la máquina no tiene ningún tipo de tope o protección por lo que una pequeña equivocación puede resultar en la amputación de miembros.

Inicialmente la industria fiquera dependía enteramente de la producción y precio del café, por lo que estaban muy susceptibles a fluctuaciones en producción y precio de éste. Debido a lo anterior la industria comenzó a innovar y aprovechar los subproductos del fique. No obstante hay lugares como en el corregimiento de Paniquitá que aun se desperdician todos los subproductos del fique. Hay empresas colombianas que han comenzado a implementar los subproductos del fique como materia prima para otros productos. La fibra corta se utiliza para hacer papel, aglomerados, ecomusgo; colchones Spring actualmente utiliza la fibra corta del fique, mezclándola con algodón para relleno ecológico de sus colchones. Los residuos sólidos como el polvillo del bagaje y se utilizan para la creación de abono orgánico que ha demostrado ser muy beneficioso para diferentes cultivos, también para concentrado de animales, lombricultivos, entre otros. La empresa Química S.A. actualmente desarrolla investigaciones que han probado como las saponinas del jugo pueden utilizarse en la producción de plaguicidas si son regadas con el jugo luego de ser exprimido o como abono si es fermentado por dos meses; también se está comenzando a utilizar en la producción de alcohol, cera, jabón, productos cosméticos, etc.

La idea es investigar cuales son los requerimientos que tienen estos procesos productivos en cuanto a materia prima de fique y suplirlos como consecuencia directa de la actividad del desfibrado.

Igualmente este proyecto se orienta hacia la posibilidad que tiene el corregimiento de Paniquitá de alimentar estos procesos productivos. Al optimizar la actividad del desfibrado y clasificar y preparar los subproductos del fique para el embalaje y distribución no solo se estaría generando nuevas oportunidades económicas para el sector indígena sino que tendría consecuencias favorables ambientalmente para los suelos y cuencas hídricas cercanas a Paniquitá.



## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrollará en dos diferentes etapas. Inicialmente se recurrirá a documentos teóricos que permitan una profundización en los temas de evaluaciones ambientales, desarrollo de la industria del fique y de los subproductos. También permitirá un análisis de la legislación de la agroindustria y la normativa de calidad de la fibra, así como la orientación que se presenta en los productos de diseño a los materiales biodegradables y la apropiada utilización de ellos.

La segunda etapa, que se presenta de manera simultánea a la primera, tiene un enfoque completamente cualitativo. En el cual se desarrolla trabajo de campo que permite observar de primera mano la actividad en sí del desfibrado del fique y las implicaciones que tiene ello no solo en el usuario sino en la productividad de la maquinaria existente, el manejo de los residuos y otros elementos cruciales para establecer determinantes y requerimientos de diseño no encontrados en textos.

De manera tal que el proyecto presenta un componente exploratorio y de experimentación, en el cual se deben establecer nuevas manera de desarrollar la actividad actual y la posibilidad de separación de los desperdicios encontrados en los subproductos del fique que permitirá nuevas oportunidades en la industria establecida. Todo lo anterior para enmarcar una problemática social global que regirá al proyecto y que se planteará una solución por medio del diseño.

Finalmente la definición de una propuesta de diseño debe ser experimental, ya que a medida que se presenten componentes, estos deben ser sometidos a pruebas que permitan la orientación del diseño a los resultados deseados, todo en base a la conceptualización que se establezca gracias a la investigación.



## III. MARCO DE REFERENCIA

### MARCO HISTÓRICO

El fique ha sido utilizado por los nativos indígenas colombianos desde época precolombina; no obstante, el desarrollo de la industria fiquera para empaques de alimentos como la yuca, papa y especialmente el café se ha venido desarrollando desde el siglo pasado. Especialmente con empresas como Empaques del Cauca S.A. que produce sacos de fique desde 1965. Se observa que la particularidad de esta industria se enlaza fuertemente a la venta y exportación de café, ya que la Federación Nacional de Cafeteros es su principal cliente, el cual divide su demanda por sacos de fique entre las principales empresas de sacos de Colombia. Razón por la cual a mediados de los noventa, cuando cayó la demanda y el precio de café a nivel internacional, la industria del fique entro en crisis y empresas como Empaques del Cauca S.A. estuvieron cerca a la quiebra. Consecuentemente un aproximado de 50.000 familias cultivadoras de fique se vieron afectadas. Solo con el cierre de la empresa Industrias Puracé S.A. se vieron terriblemente afectadas 2.500 familias. (3)

A raíz de lo anterior las familias comenzaron a utilizar diversas actividades para sus fuentes económicas; algunas se orientaron más hacia la ganadería, otras a cultivos de hortalizas, y algunas, también a causa de la presión de la guerrilla dedicaron parte de sus tierras a cultivos ilícitos como el de la amapola. (4) Desde esa crisis inicial, los cultivadores de fique han intentado superar su pobre situación económica, pero la falta de dinero, el enfoque e interés nacional por productos sintéticos y los cambios climáticos que causan épocas de invierno o sequías originan más dificultades para estas familias.

En la última década varias empresas como CORPOICA y FENALFIQUE han enfocado parte de sus investigaciones a la exploración de productos elaborados con los subproductos del fique. En el 2003 se publicó la primera "Guía Ambiental para el Subsector Fiquero, cuyo objetivo fue el de brindar a los productores del sector agropecuario, a las autoridades y al público en general una herramienta de consulta y orientación con elementos jurídicos, técnicos, metodológicos y procedimentales, que faciliten y optimicen el proceso de gestión ambiental". Lo cual demuestra una orientación hacia la renovación del subsector gracias a las propiedades y aplicación del fique. (5)

3. (EL TIEMPO "Quiebra Ronda a Empaques del Cauca S.A. noviembre 16, 1996)

4. (OROZCO, Carlos Alberto. Encuentro Departamental Fiqueros del Cauca, Paniquitá, Cauca. 12 marzo, 2011)

5. (Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Departamento Nacional de Planeación, 2006, segunda edición, pág. 5)

# FURCRAEA

## COMPOSICIÓN Y DENOMINACIÓN BIOLÓGICA

El fique es una planta de altura entre 2 y 7m, con hojas carnosas y largas que crecen directamente del tallo. Su género es el de Furcraea y es de la familia Agavaceae. Los componentes de la planta son: 1. La fibra que constituye un 5% de la hoja, 4% útil y de usos en la industria textil y empaques. 2. El jugo que forma el 70% de la hoja, 40% útil para la extracción de esteroides. 3. La estopa es el 8% de la hoja, 3% útil para hacer pulpa de papel, etc. Y por ultimo 4. El bagazo que es el 17% de la hoja, 10% útil para material de construcción y abonos. Para el procesamiento de las hojas los fiqueros cortan las hojas maduras que se encuentran aproximadamente a unos 45° del tallo a unos 2cm de este. Dejando, para el desarrollo saludable de la planta un mínimo de 20 hojas.

## CULTIVO

El cultivo de fique provee actualmente una gran demanda que hay en Colombia y el mundo por fibras naturales. De origen Colombiano crece en la mayoría de sus suelos y ha sido utilizado en la creación de empaques, vestimentas y artesanías. Gracias a su aplicabilidad y característica biodegradable este tipo de productos tienen cada día más demanda internacional. En Colombia los 5 principales departamentos productores de fique son Cauca, Nariño, Antioquia, Santander y Boyacá con un área cosechada estimada en más de 23.000 hectáreas. El departamento del Cauca tiene una superficie cultivada de 7.210 hectáreas con una producción de 7.942 toneladas a un rendimiento de 1.101 kilogramos por hectárea (6). No obstante se encuentra un déficit nacional de más de 7.000 toneladas por año. Razón por la cual se proyecta aumentar la productividad significativamente. Proyectos se adelantan no únicamente para la expansión de hectáreas de cosecha sino la diversificación de los productos de fique.



6. (Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá Panamericana 2006, segunda edición )

## PROCESAMIENTO DE PENCAS

Este procedimiento es para sacar la fibra larga que se utiliza en la producción de sacos o costales de fique.

1. Ya con la cosecha se **cortan** las pencas (hojas del fique) y se agrupan teniendo en cuenta la longitud, sanidad y color para así clasificar por calidad la fibra y no tener que separarla posteriormente. Luego se hace el destune que básicamente es el removido de espinas con un machete para un fácil transporte hasta el lugar del desfibrado.
2. Se hace un **despalmado** en la base de la hoja para disminuir motas y enredos en la fibra durante en desfibrado. Esto es un corte de 10 a 15cm aproximadamente en el extremo interior de la penca con un machete.
3. El **desfibrado** de las pencas es el más importante y se debe hacer antes de 12 o 15 horas luego del corte; de lo contrario puede causar un Empalmizado de las hojas que resulta en un avinagrado y se deteriora la calidad de la fibra.

La actividad del desfibrado es el paso en el cual se separa la corteza de la hoja con la fibra y demás componentes. Este método se hace manualmente o con máquinas con motor de gasolina o diesel. El motor da vueltas a un molino de cuchillas que raspan la penca hasta separar la fibra larga de los demás componentes. Inicialmente se introduce la hoja despalmada por la base hasta 1/4 de la hoja en la máquina (si se introduce más hay una mayor pérdida de la fibra). Luego se jala y se introduce por la punta hasta desfibrarla completamente y remover toda la celulosa de la fibra. Y así se continúa penca por penca hasta terminar con la cosecha.

4. Luego de obtener la fibra, ésta pasa a la **fermentación** para la obtención de una fibra de mayor calidad, no un simple lavado como algunas personas lo hace. Se crea una capa de fibra en la base de un tanque la cual es luego tapada a ras con agua. El tanque luego se drena y se reutiliza el agua, se pisa o macera la fibra y se deja hasta el próximo día. Al día siguiente se **lava** la fibra y se **sacude**.
5. La fibra luego se pone abierta en líneas de alambre para el **secado** requerido de un 12% de humedad.
6. Finalmente se **empaca** la fibra haciendo manojos de 1 kilo y bultos de 50 o 40 manojos.



# DESFIBRADO

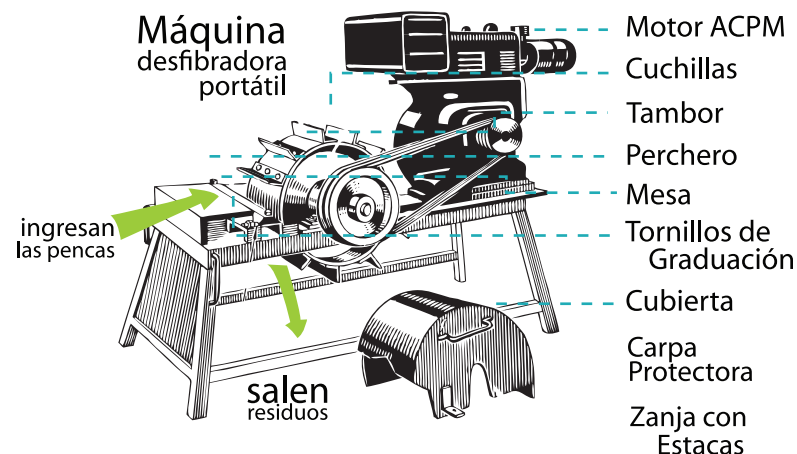


Debido a que el proyecto se centra en el paso del desfibrado se explica más detalladamente las implicaciones de este paso.

## RECURSOS

Para la actividad del desfibrado se requieren los siguientes recursos:

- Motor ACPM: El cual es la fuente de poder e impulso para la máquina.
  - Mesa: Estructura de varilla en L de acero soldada con superficie superior sobre la cual se soporta el resto de la máquina. La penca entra por encima de la mesa y sus desperdicios se vierten al inferior de la mesa.
  - Tambor con cuchillas: trabaja como un molino giratorio de cuchillas impulsado por el motor. Cada cuchilla para y raspa la penca. Se apoya su eje central sobre la mesa.
  - Perchero: sirve como apoyo para la penca contra el tambor. El espacio entre estos dos depende del grosor de la penca y se gradúa con:
  - Tornillos de graduación
  - Cubierta: Se dispone sobre el tambor principalmente y se fija a la mesa, cubriendo las cuchillas y evitando posibles accidentes.
- Carpa: protege la máquina y el sol de precipitaciones o exposiciones al sol.
  - Al lado de la máquina se hace una zanja con estacas de guadua donde se apilan las pencas cortadas y listas para desfibrar.



Grafica 2. Desfibradora



## ACTIVIDAD DESFIBRADO

El proceso de la actividad del desfibrado es el siguiente.

- Se lleva el motor a la ubicación donde se encuentra la máquina en el cultivo de fique.
- Se acomoda el motor sobre la mesa, se ajusta para evitar caerse durante el trabajo y se instala la correa que conecta al motor con el tambor. Se llena con ACPM.
- Se reciben las pencas cortadas, destunadas y despalmadas en una pila entre estacas.
- Se introduce la penca por su base hasta un 25% de su largo, se jala fuertemente la penca y al salir la fibra se voltea la penca y se introduce lo restante, se tira de la fibra y se arroja a una pila de fibra larga. Aquí el tambor raspa la penca y remueve todo excepto la fibra larga, la cantidad que raspa depende también de la graduación del espacio entre el perchero y el tabor con los tornillos.
- Se continua el paso anterior, penca por penca hasta terminar con la pila. Lo anterior dura aproximadamente de 7am a 4pm con una hora de descanso. Es un trabajo arduo y exhaustivo debido al esfuerzo que debe hacer el usuario para jalar la fibra de la máquina.
- Al terminar la jornada la fibra larga (correspondiente al 4% de la penca) se lleva en mula al lavado. Los desperdicios (correspondientes al 96% de la penca) permanecen en el suelo.
- De igual manera se debe desensamblar el motor para guardarlo en el hogar del usuario para evitar dejarlo expuesto a intemperie y robos. Lo cual implica que se debe transportar por las lomas hasta la ubicación final.
- Se cubre el resto de la máquina con un plástico protector.



pila de  
pencas  
listas para  
desfibrar



motor

tambor

correa

## CONSECUENCIAS AMBIENTALES

No obstante durante el proceso de obtención de la fibra de fique se encuentran dos consecuencias severas que tienen serias repercusiones en el ambiente:

1. El lavado de la fibra en los ríos o fuentes hídricas cercanas causa una gran contaminación de los recursos hídricos.
2. Los desechos correspondientes al 96% de la penca, producto del proceso de desfibrado causan un deterioro de la capa vegetativa del suelo y pueden causar contaminación de efluentes cercanos por corrientes de lluvia pasantes.

## Efluentes de Agroindustria Fiquera

El corregimiento de Paniquitá en el Cauca es el objetivo de estudio en el proyecto actual. Este corregimiento aporta 650.88 toneladas de fibra al año de un total de 6056.1 toneladas que produce el departamento del Cauca. En Paniquitá y sus aledaños se encuentran 813.6 hectáreas cultivadas, razón por la cual se encuentra un efecto en el río cercano, el río Molino.



lavado de fibra larga en el río

desperdicios de desfibrado

efecto de causticidad de jugo en el suelo

Tras una evaluación de los efluentes del río se dieron los siguientes resultados:

- Leve acidificación del pH en un rango de 5.03 a 6.50.
- Conductividad del recurso hídrico a causa de partículas iónicas como fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio que lleva el efluente del fique.
- En algunos sectores una coloración verde oscura y turbidez del agua por las partículas de celulosa, taninos y minerales y materiales insolubles del fique.
- En un punto específico se encontró un oxígeno disuelto de 2,3 mg/L dado a que el fique contienen saponinas que al entrar en contacto con el agua generar bastante espuma y desplazan el oxígeno disuelto en el agua.
- Lechos pobres en nutrientes a causa del nitrógeno amoniacal que se transforma a partir del nitrógeno orgánico durante el proceso de fermentación de la fibra.
- Entre otros efectos de deterioro de los recursos hídricos del río Molino.

Lo anterior presenta en ciertos puntos, a causa de actividades puntuales como el lavado de la fibra de fique en el río o sus vertimientos, unos contenidos tóxicos posiblemente letales para organismos del río. La concentración letal media del fique es de 1mg/L, concentración necesaria para matar a la mitad de la población de peces trucha arcoíris y carpas. Por lo que se evidencia que la biodegradabilidad media del fique es de 22% consecuentemente se debe hacer un tratamiento previo al vertimiento en fuentes hídricas. El pH que se presenta causa la imposibilidad de la existencia de la mayor parte de la vida biológica, la turbidez y el color del agua bloquean la luz solar y absorben el calor causando un aumento en la temperatura del agua, reduciendo la posibilidad de fotosíntesis de las plantas. En conclusión es necesario un plan de acción para el cuidado de afluentes hídricos cercanos a la industria fiquera. (7)

7. (DAGUA, Cristian; DAGUA, Dani L; MORALES, Sandra. Evaluación de los efluentes provenientes de la agroindustria del fique en el municipio del Totoró-Cauca. Popayán: Universidad del Cauca, Sector Agropecuario y Agroindustrial, 2008)

## CONCLUSIONES DESFIBRADO

A raíz de lo anterior se rescatan las siguientes observaciones y problemas referentes a la actividad del desfibrado.

El desarrollo de la actividad en la intemperie hace que la maquinaria y el usuario estén expuestos a agentes externos como cambios de temperatura, precipitaciones y quemaduras a causa del sol, se trabaja directamente sobre la tierra, la cual es resbaladiza ya que normalmente son suelos húmedos y de bastantes lluvias. Los residuos que permanecen en el suelo sin ser removidos o desechados adecuadamente atraen moscas y zancudos. Consecuentemente se observa que la disposición de la actividad en la intemperie expone al usuario a agentes moderadamente nocivos como también problemas de salubridad e higiene.

El introducir la penca y tirar la fibra repetitivamente por largas jornadas causa tres tipos de efectos nocivos en la salud del usuario. Primero un peligro a causa del daño en la dermis y uñas por el contacto con el abrasivo jugo del fique por lo que el trabajador debe vestir guantes y delantal de caucho ya que el jugo que exuda la planta puede ser dañino para la piel incluso "borrar huellas dactilares". También existe una posibilidad de amputación parcial de falanges o dedos completos. Segundo la fuerza que se debe hacer al jalar en el sentido contrario de las cuchillas y tercero la postura que soporta el usuario por la jornada entera causa un severo dolor muscular en las piernas, espalda, brazos y manos. Por lo que las largas jornadas, postura y esfuerzo que debe hacer el usuario durante la actividad resultan inadecuadas para la óptima salud del usuario, el cual resulta agotado y adolorido de la actividad.

Se presentan demasiados desperdicios en el proceso lo cual no únicamente demuestra una ineficacia en el proceso sino que estos desechos son perjudiciales para el suelo y fuentes hídricas cercanas.

La maquinaria utilizada actualmente requiere de constante mantenimiento y protección contra el óxido y se encuentra desactualizada con el referente mundial, ha sido utilizada por muchas generaciones sin alteración alguna. Si se es comparada con el estado del arte de este tipo de maquinaria que trabaja un proceso continuo donde entra la penca y sale la fibra lavada.

## INDUSTRIA



En este componente de la investigación se establece las posibilidades de productos encontrados en Colombia con los desperdicios del proceso de desfibrado.

### DESPERDICIOS DEL DESFIBRADO

Evidentemente el proceso anterior es para la obtención de la fibra larga, la cual, como expresado anteriormente es el 4% de la hoja. El resto del proceso es desperdiciado, y donde la mayoría de los figueros no hacen un apropiado procesamiento de los desperdicios sino que éstos permanecen en el suelo. Esto no únicamente presenta inconvenientes ecológicos sino que es un desperdicio económico del 96% de la penca, cuyos subproductos podrían ser utilizados en la producción de otros productos. Por ende esto presenta un posible crecimiento económico no únicamente de la industria figuera y otras sino de los figueros mismos.

### SEPARACIÓN DE SUBPRODUCTOS

A causa de lo anterior se elaboraron dos experimentos para intentar separar adecuadamente las partes de los desperdicios en estopa, bagazo y el jugo. Inicialmente se intentó separar los desperdicios ya secos pero fue supremamente difícil y el ripio se adhería a la estopa y hacia que todo se aglomerada. Razón por la cual se intentó separar los desperdicios como salen de la máquina de desfibrado, que es como se haría idealmente. De ésta manera se logró una separación efectiva mediante el lavado de los desperdicios. Se encontró que el bagazo se iba desprendiendo de la fibra corta, la cual quedaba con un porcentaje muy pequeño de bagazo. Por otro lado quedaba el jugo con el bagazo junto por lo que solo quedaba colar y prensar para separar estos dos, de tal manera se iba a poder utilizar los tres subproductos separados.

Como resultado del experimento anterior se concluyó que para la separación de los subproductos se requieren los siguientes recursos.

- Una fuente de agua con buena presión
- Un tamiz o colador grande
- Un contenedor
- Un fieltro
- Una prensa
- Una fuente de poder o motor



## PRODUCTOS Y AGENTES

### Fibra Larga:

Constituye la estructura principal de las paredes celulares del tejido vegetal (8). La cual es utilizada para la producción de empaques en empresas como Coohilados del Fonce Ltda; Compañía de Empaques S.A. y la Empresa Empaques del Cauca S.A. los cuales producen costales de fique y de polipropileno para empacar alimentos. También es utilizada la fibra larga para la producción de cabuya.

### Fibra Corta o Estopa:

pueden extraerse para la fabricación de varios productos.

- **Papel o pulpa para papel:** El Centro de Investigaciones CICELPA determinó la posibilidad de producir papel artesanal a partir del fique, un papel que cumple con todos los requerimientos de cualquier papel y resulta como un material 100% natural y biodegradable. Juan Valdez implementa papel de fique para los anillos aislantes de calor que cubren los vasos de cartón en los que sirven el café. (9)
- **Producción de Trichoderma:** Algunos cultivos como el arroz se favorecen en los primeros periodos del cultivo con el crecimiento del hongo Trichoderma. Cubriendo el cultivo con una manto de fique permite mas el área e transferencia de oxigeno y favorece el crecimiento del hongo.
- **Relleno de colchones y cojines:** Inicialmente Colchones Spring y ahora otras empresas como Colchones El Dorado y Americana de Colchones han implementado el uso de la fibra de fique para la elaboración de láminas de fique con algodón y otros elementos llamadas Felpas o Microlink.

Esto permite colchones de fibras naturales secas, antialérgicas e higiénicas que no contaminan el ambiente y que lo ayudan a convertirse en un ecoproducto industrial.

- **Reforzados de cementos:** La Universidad del Valle ha hecho extensivas investigaciones en la implementación de fibra corta de fique para reforzar papelería de construcción, cementos, vigas, columnas, tejas, adoquines, etc. Demostrando que permite un mayor aguante a peso, impactos, deformaciones y movimientos sísmicos. Lo anterior para poder proveer una solución a la demanda insatisfecha de casas disminuyendo los costos de los materiales de construcción. A tal punto que actualmente existe la primera casa fabricada en su totalidad con estos materiales. (10)
- **Aglomerados:** La Facultad de Ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander en el año 1999 realizó una investigación para agregar en morteros para la fabricación de productos aglomerados. Como resultado se estableció la fibra de 3cm para la resistencia a la compresión, tensión y flexión del material.
- **Control de erosión o biomantos:** Los biomantos o agrotexiles de fique se han utilizado no únicamente para recuperar la capa vegetal del suelo sino también para la prevención de erosión de suelos alterados ya que estos permiten conservar la humedad, proteger el suelo contra la caída de gotas o del resequedad por el sol, reduce la velocidad de las corrientes, protege las semillas de pájaros y da sostén a las plantas mientras crecen raíces. Ecopetrol, la CVC y la empresa Empaques del Cauca han explorado ampliamente la implementación y ventajas de estas aplicaciones.

8. Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá Panamericana 2006, segunda edición

9. MORALES, Maria del Pilar; GARCÍA, Luz Stella. Obtención de pulpa de fique por el método de digestión organosolvente. Cali, Colombia: Universidad del Valle, 1992 Tesis

10. NAVARRO, Argenis Arias; LONDOÑO, Claudia Isabel. Factibilidad Técnica y Económica para producción de panelería fibrorreforzada con Fique. Cali, Colombia: Universidad del Valle, 1992 Tesis

## Bagazo o Ripio:

- **Abono orgánico, lombricultura y producción de orellanas:** Investigaciones lideradas por CORNARE han demostrado que los mismos campesinos productores de fique pueden conseguir el abono a partir de residuos de fique. También los hongos comestibles orellanas se desarrollan en los desperdicios de las lignocelulósicos de cosecha del fique, dichos hongos, al descomponerse pueden ser de gran utilidad en el compostaje debido a un alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales, mas aun si se implementa el empleo de lombrices californianas.
- **Alimentación de rumiantes:** el bagazo, ensilado por 30 días puede constituir la alimentación básica de animales rumiantes, investigado por la Universidad Nacional de Palmira.

## Jugo de Fique:

Se obtiene no únicamente de exprimir la celulosa que se obtiene como desperdicio del desfibrado sino que también es el producto del proceso de fermentación de la fibra larga antes del lavado. "Es una sustancia que se caracteriza por tener propiedades tensoactivas, plaguicidas, y por poseer esteroides naturales entre los que se ha encontrado saponinas y fitoesteroles." (11)

- **Plaguicida:** Estudios efectuados por la UPBM han demostrado el uso del jugo para inhibir ciertos hongos nocivos para cultivos, de insecticida para plagas que afectan cultivos de flores, etc.
- **Sapogeninas:** Hecogeninas son productos de las saponinas durante el proceso de fermentación del jugo, estas sustancias se utilizan en la industria farmacéutica como anticonceptivos y se consideran productos de transformación. Por lo tanto CORPOICA ha generado la construcción de una planta piloto en el Tambo Nariño para la extracción química para así generar avances hacia una alianza estratégica con la República Popular de China, quien posee el nivel tecnológico más alto en producción y procesamiento del material. Consecuentemente entrar a competir en un mercado de medicamentos que a nivel mundial presenta un déficit de 5.000 toneladas.

MATRIZ DE SUBPRODUCTOS

	PROPIEDADES	USO (producto)	AGENTE (empresa grupo)	REQUERIMIENTOS como materia prima	REQUERIMIENTOS embalaje
JUGO	Verde ocre, olor fuerte, corrosivo, densidad 1.02kg/l, ph 4-5, 85% humedad, 6% glucosa, 8% parte orgánica amorfa(sacarosa, proteínas, saponinas y sapogeninas) 1% minerales (potasio, fosforo, urea, calcio, nitrogeno) CL50 1mg/l	Fertilizante  Extracción de hecogeninas.	campesino  CORPOICA	Sin fermentar (uso inmediato)  8 dias de fermentación  Libre de material sólido y ripio (colado)	Sellado contra aire para evitar oxidación prematura.  Material antiporoso e impermeable  Se debe poder transportar a lomo de mula
ESTOPA	30% fibrillas Contenido de celulosa y lignina	Papel  Relleno de colchones  Reforzados para construcción	Juan Valdez, CICELPA, Artesano  Spring, Americana de Colchones, Dorada  Univalle, Universidad Industrial de Santander	Limpio de bagazo Fibra corta aislada de ripio (sacudida) Aproximadamente 2cm largo Lavada Humedad al 12%	Mantenga limpieza contra agentes externos  Blanqueada al rocío (para papel)  Se debe poder transportar a lomo de mula
BAGAZO	70% pulpa vegetal Materia orgánica entre 41 / 46  Elementos (Mg, K, Na, Zn, Fe, Cu, Mn, B, Co, Mo).	abono orgánico lombricultura producción de orellanas alimentación de rumiantes	Campesino	Libre de estopa (únicamente la biomasa sin fibra)  Ecurrido de jugo	Se debe poder transportar a lomo de mula

Gráfica 3. Matriz Subproductos



## PRODUCTOS DESTINADOS

A continuación se habla un poco acerca de los productos elegidos como resultado de la investigación así como los motivos por los cuales se eligieron. Con base a los cuales se identificará las necesidades y requerimientos a definir en el proceso de diseño.

### Estopa = Papel

La fibra de fique posee excelentes cualidades para la producción de papel gracias a que es una fibra resistente, su grosor permite la elaboración de papel fuerte que podría ser utilizado con excelentes resultados en empaques. El proceso de elaboración de papel básicamente se podría describir en dos etapas. Inicialmente se debe cocinar la estopa de largos milimétricos en hidróxido de sodio para eliminar la lignina y dejar únicamente la celulosa. Luego la celulosa es molida y prensada en fieltros para remover el exceso de agua y es colgada a secar. (12) (Nota: El Hidróxido de Sodio, más comúnmente Soda Caústica, es altamente tóxico y peligroso y debe ser manejado con extrema precaución.) Aunque el proceso parece ser simple se debe tener conocimiento y equipos especializados. (13)

### Bagazo = Compostaje

El bagazo, como se expresó anteriormente es rico en nutrientes y en su descomposición aporta a la tierra nutrientes importantes como el nitrógeno que, en un proceso como el compostaje de materia orgánica, puede ser crucial para la elaboración de tierra para cultivos. El compostaje puede ser elaborado por el mismo campesino y la tierra producida puede ser utilizada en cultivos secundarios como de hortalizas, etc. Se escogió la elaboración del compostaje ya que es un proceso por medio del cual el campesino puede retornar nutrientes a la tierra que le da sustento en los cultivos.

### Jugo = Hecogeninas

El contenido de Hecogeninas en el jugo de fique permite la oportunidad de entrar en un mercado a nivel internacional. En el Tambo, Nariño se estableció un laboratorio de extracción de Hecogeninas para la negociación con una empresa farmacéutica China.

12. (Universidad Industrial de Santander, "Producción de Papel Artesanal" CICELPA 1993)

13. (Entrevista Personal: ROBLEDO, Alejandro. PROPAL S.A. Marzo 7, 2011)

## COMPONENTE LEGAL

Desde el 2002 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT y la Sociedad de Agricultores de Colombia – SAC preocupados por la gestión ambiental nacional, suscribieron un convenio para la elaboración de un conjunto de guías en el marco de la Política Ambiental Nacional de Producción más Limpia. Por lo cual existe una extensa legislación en la cual la actividad del derivado y producción del fique está sujeta. Se rescatan los siguientes.

Resolución 1083 del 4 de octubre de 1996

Minambiente

Por la cual se ordena el uso de fibras naturales en obras, proyectos o actividades objeto de Licencia Ambiental.

Resolución 00336 del 30 de agosto de 2004

Minagricultura

Por la cual se adopta el Reglamento Técnico número 001 RTC-MADR de requisitos para el empaque de los productos agropecuarios que se importen, se produzcan y se comercialicen en el territorio nacional. (14)

ICONTEC

4.2.1.2.1 Desfibrado

Se debe emplear fibra de fique que cumpla los siguientes criterios ambientales:

Provenir de centros de beneficios regionales y comunitarios, donde se realice todo el proceso de beneficio de la fibra. En estos centros se deben:

1. Aprovechar o disponer adecuadamente los residuos sólidos y líquidos que se generan en el proceso de desfibrado.
2. Emplear equipos y elementos de protección que minimicen los riesgos a los operarios, y
3. Realizar mantenimientos periódicos de las máquinas desfibradoras. (15)

14. (Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Departamento Nacional de Planeación, 2006, segunda edición Páginas 15 - 16)

15. (ICONTEC NTC 5517, 2007, pág. 5)

## USUARIO



### CORREGIMIENTO INDÍGENA PANIQUITÁ

Se encuentra en las afueras de Popayán en el departamento del Cauca, el cual presenta una “alta heterogeneidad biofísica, socioeconómica y cultural; una región rica en biodiversidad y recursos naturales... son hábitat de innumerables especies de flora y fauna que contribuyen a la sostenibilidad del hombre”. (16) Precisamente así se presenta el corregimiento de Paniquitá cuya actividad principal es la producción del fique; forma parte de las 70.000 familias que en Colombia dependen económicamente de esta actividad. Paniquitá es un corregimiento pequeño y familiar, las cuales se apoyan y ayudan en las actividades relacionadas al cultivo y obtención de la fibra de fique. Inicialmente son los hombres quienes se encargan del cultivo, cosecha y desfibrado de las pencas. Luego las mujeres lavan la fibra, la sacuden y la cuelgan a secar. También, como la mayoría de las comunidades indígenas, generan artesanías propias de su cultura, tienen sus telares y producen gran parte de los textiles utilizados. Es evidente que toda la comunidad se ayuda entre sí y se dedican al fique mientras que los niños van a la escuela local. A causa de ser una comunidad pequeña, familiar, cerrada y de llevar décadas de participar en la agroindustria fiquera, ya tienen sus propios métodos y creencias de lo que es mejor, profundamente arraigadas en la tradición y antigüedad, razón por la cual es difícil crear un cambio en sus comportamientos o actividades.

16. GARCÍA, Catalina; SUAREZ, Carolina; DAZA, Marisela. Estructura y diversidad florística de dos bosque naturales Dpto Cauca. Popayan: Universidad Cauca, 2009)

17. Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Departamento Nacional de Planeación, 2006, segunda edición Páginas 15 - 16

### ECONOMÍA

En el corregimiento no se ven casos de extrema pobreza o tristeza, ya que son familias indígenas campesinas que viven de la tierra y su recursividad y familiaridad permite que se ayuden mutuamente. No obstante, como la mayoría de familias fiqueras, viven con menos del salario mínimo lo cual las constituye legalmente como por debajo de la línea de pobreza. También se teme por el consumo de aguas no tratadas o desnutrición. No obstante es un corregimiento pintoresco y alegre que muestra la esencia de la naturalidad Colombiana. Los subproductos del fique evidencian una oportunidad para esta comunidad y aquellas parecidas, ya que el óptimo uso y venta de esta materia prima que constituye el 96% del peso de la hoja (lo que sumó 518.400 toneladas a la cosecha nacional del 2003) es un porcentaje sustancial que aun no tiene valoración económica. Tan solo el jugo de fique para la extracción de hecogenina puede costar a nivel internacional de US\$6 a US\$124 por gramo. Por lo tanto es importante brindarle la oportunidad a la comunidad de Paniquitá de competir y poder prosperar económicamente en otros campos que brinda el fique. (17)

El corregimiento básicamente está conformado por un grupo de familias las cuales llevan generaciones cultivando fique lo cual ha generado una tradición en torno a esta actividad y al material.

La división del trabajo en este corregimiento es una en la cual los hombres tradicionalmente desarrollan la labor del trabajo pesado como el desfibrado y transporte del fique. Las mujeres por otro lado se concentran más en las labores del lavado y secado, a cultivos secundarios y al desarrollo de tejidos para uso personal, lo cual lo aprenden desde muy jóvenes. La fibra larga es vendida a Empaques del Cauca, lo cual constituye a su principal actividad económica. No obstante, como no brinda suficiente sustento deben recurrir a actividades secundaria como el cultivo de hortalizas, frutas y verduras o ser empleados en zonas urbanas.

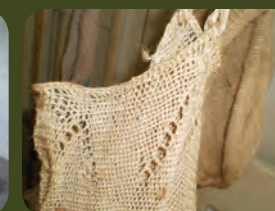
Actualmente comunidades como Paniquitá y otras en el Cauca se planea la posibilidad de un centro de beneficio del fique para el corregimiento entero, el cual es un proyecto a desarrollar. Para lo cual el cabildo del corregimiento forma parte de la nueva Asociación Regional de fiqueros, junto con representantes del Tambo, Caldono y Silvia principalmente, para así tener una representación oficial a nivel nacional y la posterior recuperación del fondo de fiqueros. En este ámbito, el proyecto en desarrollo puede a futuro considerar la posibilidad de involucrarse en el centro de beneficio de fique de la comunidad.



Cuerda de cabuya



Tejidos



Jícara

## CONCLUSIONES USUARIO

Debido a que el sustento económico proveído por la industria ficuera no es suficiente, los indígenas deben recurrir a actividades económicas secundarias para subsistir. Consecuentemente la tradición del fique y sus actividades y artesanías han ido perdiendo impulso y se evidencia una falta de interés en nuevas generaciones.

Los cabildos, junto con sus prácticas y legislaciones locales no son reconocidos legalmente por el gobierno, por lo cual el gobierno no ha podido brindar el requerido apoyo a los ficueros como se podría.

# CONCLUSIONES GENERALES

En la actividad del desfibrado el diseño puede intervenir eficazmente de la siguiente manera:

## DESFIBRADO

- Optimizar la maquinaria existente a nuevas prácticas sin convertir en obsoleto todas las adquisiciones actuales de los indígenas de Paniquitá.
- Proporcionar una mayor seguridad y postura para los usuarios inmediatos.

## USUARIO

- Rescatar el patrimonio cultural y tradición del fique en esta comunidad agregando valor al proceso del desfibrado lo cual se logra ayudando a separar las diferentes partes del fique para una posterior transformación o venta para producción en diferentes áreas explicadas originalmente.
- Proveer nuevos ingresos al indígena por medio de la diversificación del fique. No obstante, si él desea transformar aquella materia prima o venderla depende enteramente de él y sería externo a la actividad del beneficio del fique.

## INDUSTRIA

- No se puede incluir un proceso como el de hacer papel como subproceso del desfibrado ya que sería peligroso para el usuario y posiblemente perjudicial para el ambiente y requiere de un tipo diferente de instalaciones al espacio físico donde se desarrolla esta actividad.
- El proyecto no tiene ninguna orientación política así que no intervendrá en estos aspectos.
- Logrando lo establecido anteriormente se lograría cumplir las normas de calidad ICONTEC que en el momento no se cumplen, mejorando así también la calidad de la fibra larga.

# REFLEXIONES

Se analiza la información recopilada y se distribuye en las dos áreas de conocimiento, las cuales establecen enunciados importantes para la etapa de diseño.

1. Problemática Social: Fenómenos sociales involucrados en la industria del fique, su economía y consecuentemente en la tradición cultural del corregimiento de Paniquita.
2. Productividad: La industria en términos de efectividad y rendimiento, teniendo en cuenta las posibilidades de mejoramiento.

## Reflexiones por area de conocimiento

### **En términos de Problemática Social:**

Los fenómenos políticos y económicos del corregimiento indígena tienen un efecto directamente proporcional sobre el desempeño de la actividad de beneficio del fique y sus sub-actividades; afectando así no solo la calidad de la fibra sino también el auge de la industria, la maquinaria utilizada, las actividades realizadas y consecuentemente la tradición cultural alrededor del fique.

El nivel económico de estas familias lleva al desarrollo arcaico de maquinas desfibradoras sin tener en cuenta principios ergonómicos o ingenieriles. A raíz de lo anterior se presentan los siguientes enunciados:

1. Se deben conservar de la maquinaria actual el tambor y el motor que lo acciona teniendo en cuenta que su eficacia en la labor es óptima y es una inversión en la cual los indígenas ya han incurrido.
2. La mesa elaborada con perfilería de acero corresponde a demasiado peso y no tienen ningún mecanismo o sistema de agarre para su transporte. Consecuentemente es transportada amarrando guadas a sus estructura lo cual causa problemas y dolores musculares en quienes deben cargarla. El motor utilizado es transportado de la misma manera.
3. El tambor de acero es de un peso considerable, no obstante, en la decisión de incorporarlo en el diseño del sistema a proponer se debe reducir el peso de los demás componentes o hacerlo más fácil de cargar con los elementos a los cuales va a estar ensamblado.
4. La cubierta elaborada por los indígenas con madera no presenta la protección suficiente contra amputaciones de extremidades a causa del tambor.

**5.** La maquinaria de desfibrado no presenta ningún manejo de residuos por lo que costales y hojas de plátano son adaptados a la mesa para evitar que salpiquen los desperdicios.

**6.** El diseño debe proponer un elemento de ayuda a la fuerza que se debe ejercer al tirar la fibra del tambor para aliviar dolores musculares presentados al final de la jornada.

La actividad de desfibrado parte del beneficio del fique se convierte en una actividad peligrosa y ardua la cual únicamente debe ser desarrollada por el hombre adulto de la familia, actividad que no recibe una compensación económica correspondiente.

**7.** Poco a poco estas familias han encontrado nuevas actividades económicas en remplazo del fique, consecuentemente los tejidos y la tradición cultural que estos conllevan han ido desapareciendo.

**8.** El diseño debe tener en cuenta esta tradición como parte de su propuesta formal no únicamente para contribuir a rescatarla sino para lograr una aceptación positiva del sistema a proponer.

**9.** El diseño debe por lo tanto incorporar al usuario directo en la etapa final de la producción del sistema como parte de apropiación de este como propio.

### **En términos de Productividad:**

El rendimiento de fique (fibra larga) en términos de peso por área es bueno en comparación con cultivos de otras fibras naturales. No obstante su efectividad teniendo en cuenta lo laboriosa de la actividad de beneficio de fique y el esfuerzo a realizar resulta demasiada por el peso de fibra larga y el dinero correspondiente a este.

Se presenta una oportunidad en los desperdicios del desfibrado (correspondientes al 96%) de la penca los cuales podrían ser aprovechados en la elaboración de nuevos productos o venta de los mismos.

**1.** Los pasos a adicionar en la actividad del desfibrado para la separación de los desperdicios deben establecerse como resultado del desfibrado y el esfuerzo físico que estos representan deben ser lo suficientemente pequeños como para la motivación y no desmotivación de implementarlos y beneficiarse de ellos.

**2.** Los costos que se adicionan a la actividad de desfibrado con los pasos de separación deben justificarse en términos de la cantidad de dinero o beneficio que posiblemente pueden producir.

**3.** Se debe remover de los desperdicios el jugo, 70% del peso, en el cultivo para así poder transportar estos desperdicios, de lo contrario pesarían demasiado y no serían aprovechados.





## IV. MARCO CONCEPTUAL

### CONCEPTO

El fique como conexión entre el humano y la tierra.

El fique por naturaleza es una planta que devuelve nutrientes y minerales a la tierra donde crece, de igual manera le aporta sustento al campesino que lo cultiva. El fique, por medio de sus subproductos, le enseña al campesino a retribuirle a la tierra.

### DEFINICIÓN

Sistema de beneficio del fique, el cual ayuda a rescatar la tradición fiquera en las futuras generaciones del sector del Cauca, y permite los medios para devolver nutrientes a la tierra.

### NECESIDAD

Carencia de conocimiento y medios para un óptimo aprovechamiento y disposición de los residuos del proceso de desfibrado del fique.

### FACTOR INNOVACIÓN

Sistema que no únicamente sirve para la industria sino que ayuda a retribuirle al ambiente natural y social. Haciendo así, que el cultivo y beneficio del fique sea un ciclo cerrado, el hombre y el sistema se convierten en agentes del ciclo natural.

# Tablas de Requerimientos

## FORMALES

### FORMA

peso  
tamaño  
disposición  
estabilidad

**PESO:** El peso por componente a cargar entre dos personas debe ser de máximo 60kg.  
**TAMAÑO:** La altura máxima por subsistema debe ser de máximo 1.8m. La altura mínima debe ser de 0.6m.  
 El ancho del subsistema 1 lo establece el ancho del tambor, es decir, 0.35m.  
**DISPOCICIÓN:** Se traslada la disposición del tambor y motor de horizontal a diagonal hacia abajo para el manejo de desperdicios y aprovechamiento de espacio. El segundo subsistema debe adaptarse al final del 1er subsistema.  
**ESTABILIDAD:** Debe anclarse al suelo con estacas para la adaptación a diferentes suelos.

### COMPONENTES

soportes y apoyos  
articulaciones  
segmentos  
carcazas  
agarres, mandos y  
controles

**SOPORTES & APOYOS:** En el primer subsistema se establece un ensamble al motor. La extracción de jugo debe permitir el agarre de costal para demas desperdicios a ser transportados.  
**ARTICULACIONES:** Debe establecerse un apoyo y eje principal al tambor.  
**SEGMENTOS:** s1. extracción de fibra larga y disposición de desperdicios. s.2 extracción de jugo. s.3 separación de estopa y bagazo.  
 El tambor debe ir aislado con una cubierta que evite el contacto accidental con este.  
**AGARRES:** Apoyos de agarre para transporte. Controles de agua a partir de llave, controles de motor.

### ACABADOS

superficies y texturas  
color y armonía  
contraste  
apariencia

**SUPERFICIES Y TEXTURAS:** No se debe incurrir en gastos en acabados superficiales innecesarios. Unicamente en la inmunización de los materiales contra agentes de intemperie o contacto con el jugo. Debe incluirse la textura del tejido del fique.  
**COLOR Y ARMONIA:** Los colores a implementar aparte de los naturales de los materiales son los de los tejidos elaborados por las artesanas de fique.  
**CONTRASTE:** Se establece por la crudeza de los materiales y los elaborados tejidos de fique.



Gráfica 4: Requerimientos Formales

## FUNCIONALES

### OPERATIVIDAD

Actividad  
Secuencia y  
movimientos  
Programación  
Regulación

Debe permitir la manipulación de cualquier hombre luego de una inducción básica.  
Debe poder desensamblarse para almacenamiento o transporte por los cultivos cargado por dos personas.  
El movimiento de desfibrado debe ser continuo y fluido.  
El usuario no debe sentir que la actividad a realizar presenta algún tipo de peligro.

### PRODUCTIVIDAD

Consumo  
Rendimiento  
Resistencia  
Duración

Debe poder desfibrar aproximadamente 150kg de fibra larga por día y separa lo correspondiente de desperdicios.  
Sus componentes básicos deben durar un mínimo de 20 años con mantenimiento básico.  
Debe resistir los agentes de la intemperie, el jugo abrasivo y el constante transporte a lomo de mula o cargado.

### MANTENIMIENTO

Limpieza  
Revisión  
Reparación

Debe poderse limpiar con manguera para eliminar residuos de fique.  
Una revisión básica de sus componentes principales casi diaria al final de la jornada, al desensamblar el sistema.  
Debe poderse reparar en talleres de metalmecánica como el de EMPACA S.A. o arreglos menores con herramientas básicas por los mismos usuarios.

### SEGURIDAD

Visibilidad  
Manejabilidad  
Contaminación  
Peligrosidad

Debe mostrar en todo momento las partes del cuerpo para permitir una visibilidad completa de las acciones.  
Debe establecer un movimiento en el desfibrado que elimine la proximidad de las manos con el tambor.  
La recolección de desperdicios debe reducir en mas del 60% la contaminación a suelos o fuentes hídricas cercanas.  
No debe presentar elementos cortopunzantes o peligrosos expuestos al movimiento normal de la actividad.

### INTERFACES

Sensoriales  
Manuales  
Corporales  
Operacionales

Ajuste de poleas de tambor y trapiche con el motor  
El sonido del motor comunica que está en funcionamiento.  
VISUAL: Display que evidencie el motor cuando está en rotación. Display de agarre que comunique el correcto agarre y transporte de los componentes.

Gráfica 5: Requerimientos Funcionales

## FUNCIONALES

### UTILIZACIÓN

Instrucciones  
Inteligibilidad  
Fiabilidad  
Complejidad

Los displays y el lenguaje general del subsistema deben ser de interpretación intuitiva para personas con una educación básica o nula.  
La acción o movimiento de desfibrado debe ser similar a la actual.  
La complejidad de uso debe ser de una lógica.  
El orden y resultado del sistema debe ser lógico y fluido que establece un resultado positivo.

### MANIPULACIÓN

Postura  
Agarre  
Fuerza  
Fatiga y sobrecarga

La perforación por la que se introduce la penca debe ser máximo de 1.4m de altura para un postura correcta y una fuerza ejercida correctamente.  
Los componentes a cargar deben ser de 40kg máximo.  
La actividad de extracción de jugo no debe ocasionar una fuerza mas a ejercer por el usuario, debe utilizar la fuerza del motor.

Gráfica 5: Requerimientos Funcionales

## ESTRUCTURALES

### PRESENTACIÓN

Empaque  
Embalaje  
Depósito y  
almacenamiento  
Transporte

Su consumo debe poder establecerse por etapas (subsistemas), los cuales el campesino compra a la hora de querer aumentar su producción.  
La materia prima del embalaje debe ser 100% biodegradable.  
Su empaque es de acuerdo al subsistema.  
Su almacenamiento requiere de un desensamble y apilamiento para reducir el espacio requerido.

### REGULACIÓN

Legal  
Técnico  
Estandarización  
Comercial

Debe cumplir con las normas ICONTEC  
Por lo menos el 20% de sus piezas deben ser estandar para facilitar su producción y reposición.

### TECNOLOGÍA

Energética  
Mecánica  
Automática  
Electronica

Aparte del uso de motor de ACPM el resto de los mecanismos deben ser máquinas simples y de uso lógico y sencillo sin incurrir en tecnología innecesaria que incremente los costos.

### FABRICACIÓN

Materiales  
Procesos  
Maquinaria  
Elaboración

Debe permitir la mano de obra del usuario directo en la última etapa de producción para reducir costos innecesarios.  
Debe poder producirse a pequeña escala en talleres con maquinaria no muy especializada.  
Las materias primas deben ser locales o fáciles de conseguir en la región y deben ser normalizadas, es decir tratar las medidas de tal forma que se reduzca a un mínimo desperdicios de material.  
Materiales livianos y ecológicos; uso de acero y fíque, el resto están por definir.

### MONTAJE

Transportabilidad  
Componentes  
Despieces  
Acoplamiento

Ensamble fácil de componentes y entre subsistemas.  
Desensamble de componentes fácil para transporte.

Gráfica 6: Requerimientos Estructurales

*Optimización de  
los subproductos del figue*

PHYTO

4%  
de la penca  
de fique

Fibra  
Larga

Industria  
Cafetera

Provee sustento a  
70.000 familias  
Colombianas

Ocasionalmente problemas  
de salubridad y  
contaminación de  
suelos y corrientes  
fluviales

96%  
*restante son*  
Desperdicios

Estopa  
(fibra corta)

Bagazo  
(pulpa)

Jugo

Usos  
Potenciales



Fibras reforzadas



Papel



Biopesticidas

{Fique}

Fibra natural Colombiana,  
utilizada para costales,  
cabuya, artesanías, etc.

Oportunidad  
de Diseño

Carencia de tecnología e  
infraestructura para el  
aprovechamiento de los  
desperdicios.

Introducción

# Usuario

Campeños o indígenas que viven en zonas rurales en condiciones de pobreza.

Familias numerosas que se dedican a cultivos, primordialmente el fique.

*Si tan solo vendieran la Estopa, aumentarían sus ingresos un*  
**65%**



Me dicen Don Hector, soy un indígena Totorenque y vivo en las montañas de Paniquitá.

Vivo del fique desde que nací, como lo hicieron mis padres y abuelos.

# Plan de Acción Nacional

Fomento de la industria para ayudar a a familias figueras a salir de la pobreza.

Como parte del plan



busca un impacto...

## CULTURAL

Ayudar a recuperar tradición de tejidos de fique.

## AMBIENTAL

Prevenir contaminación de ríos y suelos por desperdicios del fique.

## ECONÓMICO

Aumentar la productividad de la industria.



# Proceso de Extracción Fibra de Fique

Cultivo

Corte y  
Despalmado  
de pencas

*Desfibrado*

Lavado y  
Fermentado

Secado

Venta/Usa

Se reciben las  
pencas despalmadas

Extrae  
fibra larga



Estopa

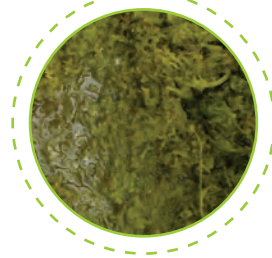


Separa

Bagazo



Subproductos



Extrae  
Jugo



*Diagrama de Flujo*



PHYTO

*Sistema de extracción y separación de los productos del figue.*

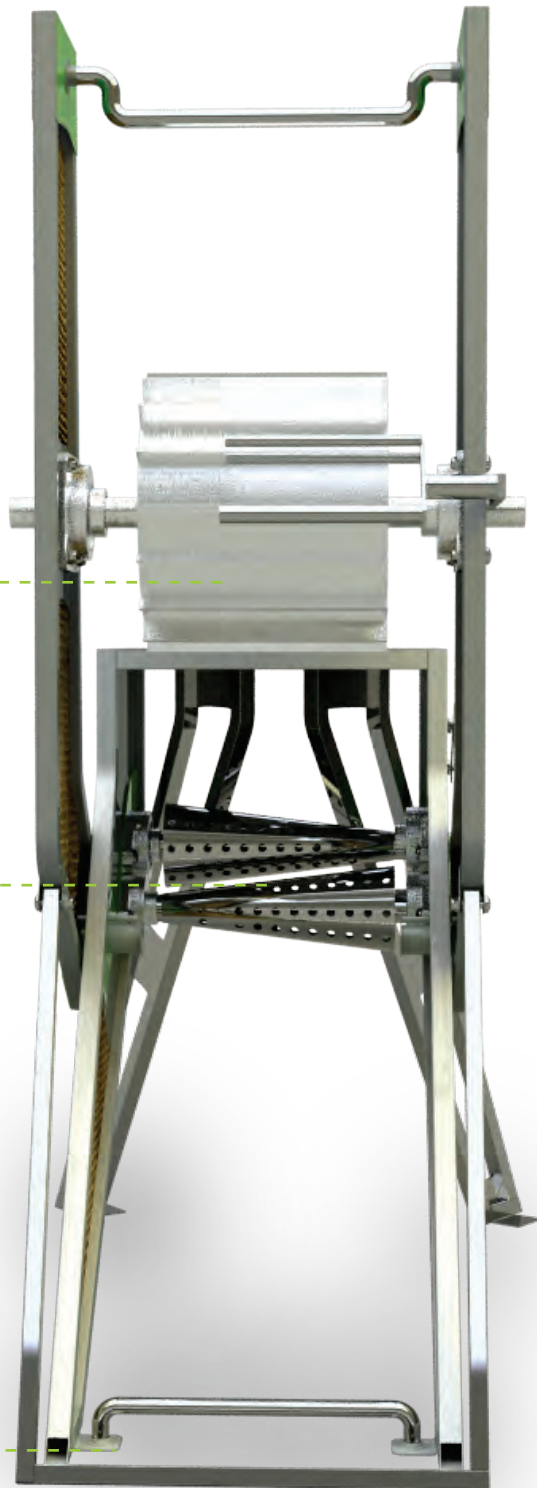


*Busca el aprovechamiento de los desperdicios del proceso de desfibrado de la penca de figue.*

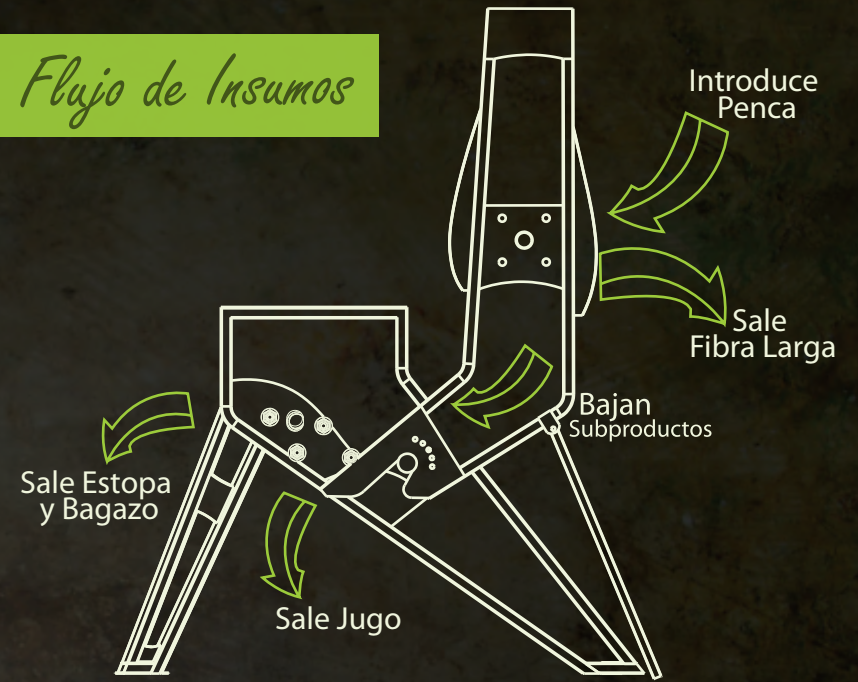


Se instala y usa en los cultivos donde se cortan las pencas de figue.

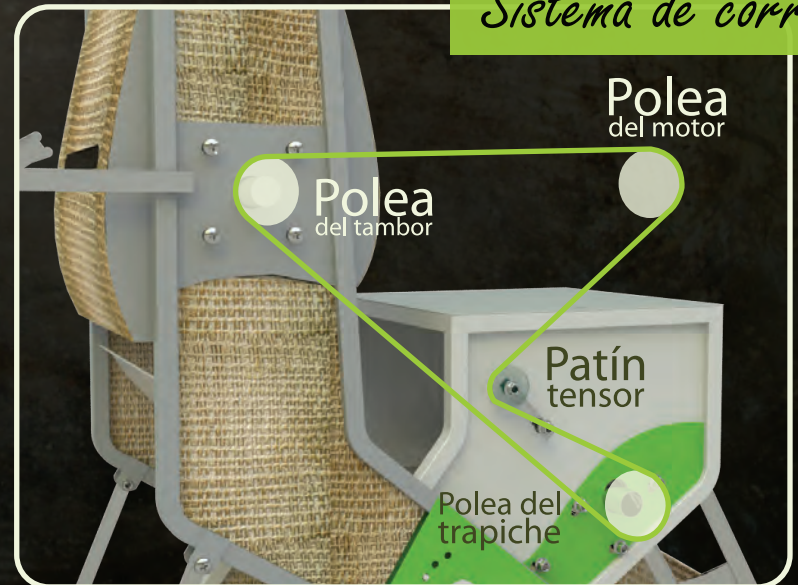
Adaptabilidad al terreno



## Flujo de Insumos



## Sistema de correas



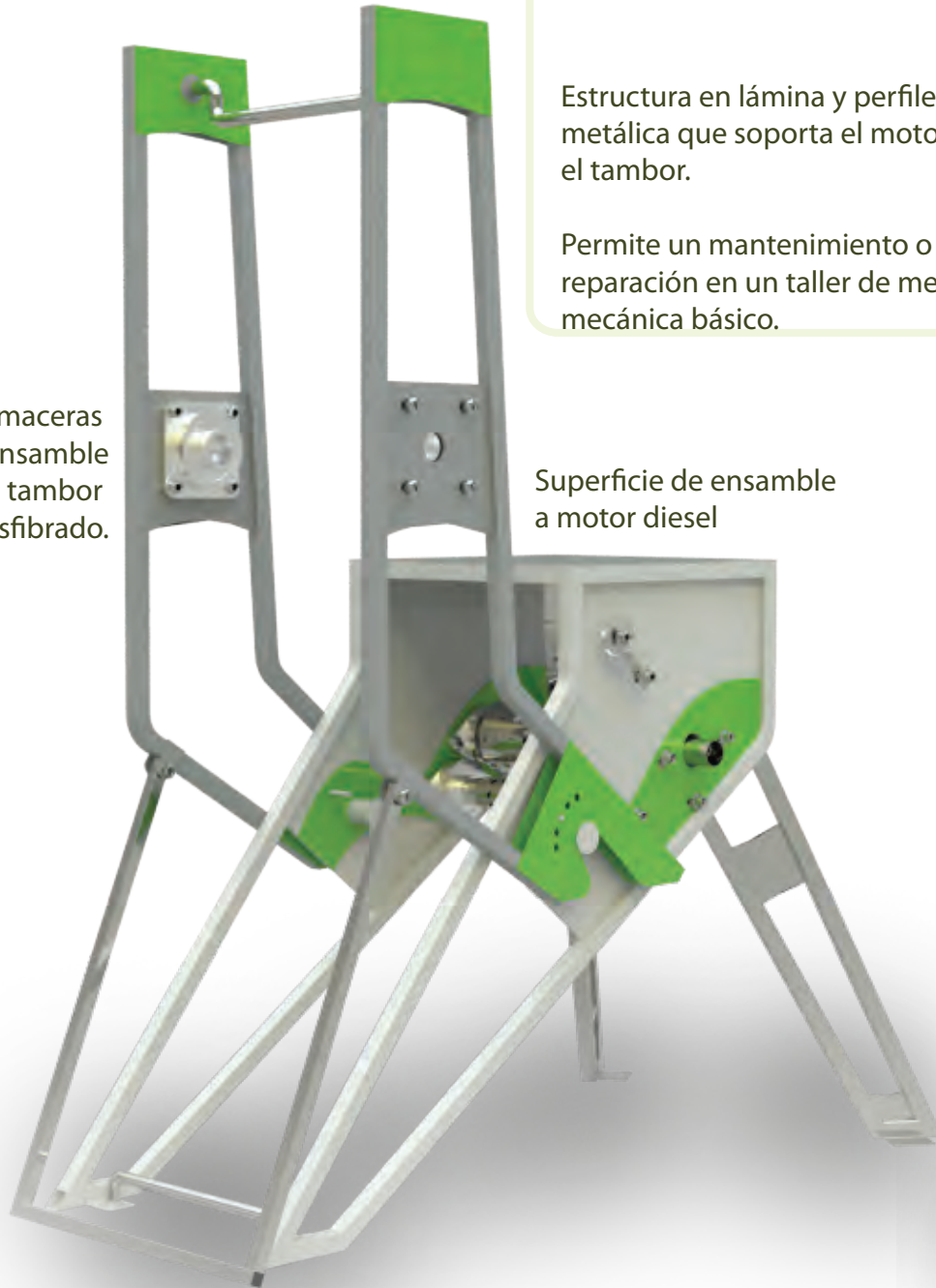
# Subsistema 1

Estructura en lámina y perfilería metálica que soporta el motor y el tambor.

Permite un mantenimiento o reparación en un taller de metal-mecánica básico.

Chumaceras para ensamble de tambor de desfibrado.

Superficie de ensamble a motor diesel



# PHYTO

*Es un sistema que se compone de dos Subsistemas principales*



Los tejidos en fique se convierten en elementos de protección que terminan el sistema.

El tejido se convierte en un proceso de apropiación del sistema, mediante el cual la familia deja su huella en el tejido y lo hace suyo.

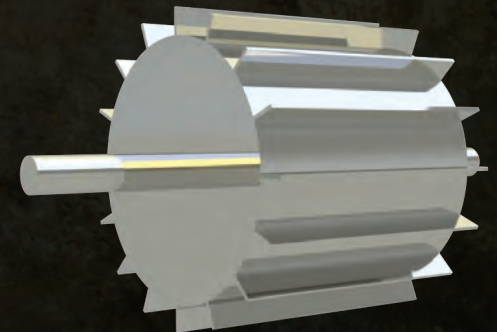


El 2º subsistema, con sus elementos en textiles y tejidos en fique se convierten en el valor diferenciador del sistema.

Debido a que se completa el sistema con el mismo material que éste extrae.



El motor de ACPM y el tambor de desfibrado son elementos implementados de la maquinaria actual, en los cuales el usuario ya ha hecho una inversión.

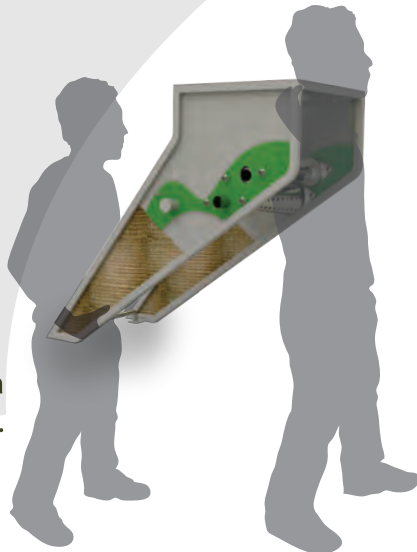


## *Subsistema 2*

2  
Se ubica la estructura principal.  
Se ensambla la estructura secundaria en la primaria.



3  
Se instala la correa y se  
tensiona con la graduación del  
ensamble y el patín tensor.



1  
Se transporta el sistema hasta  
el lugar elegido en el cultivo.



*Secuencia de Uso*

4

- Se enciende el motor.
- Se reciben las pencas despalmadas.
- Se introduce la penca por la cubierta y se retira la fibra.

5

Se recolecta el jugo y los subproductos.

6

- Se transportan la fibra larga a Sistema BenFique.
- Se transportan los subproductos a sus respectivos usos o procesos para un óptimo aprovechamiento.

# Secuencia de Uso







## VI. MÓDULO DE MERCADEO

### PRODUCTO

#### Definición del Producto

PHYTO es un sistema que forma parte de la cadena productiva del fique. Busca el aprovechamiento de un mayor porcentaje de la penca de fique, de la cual actualmente se aprovecha el 4%. Consecuentemente PHYTO busca un impacto no únicamente en la economía de los fiqueros sino en el aspecto ambiental del proceso de desfibrado. Lo cual define a PHYTO como un sistema de extracción y separación de los productos del fique.

PHYTO se convierte prácticamente en una estación de trabajo en la cual interactúan de dos a tres personas, en esta se reciben las pencas de la planta y salen transformadas en tres tipos de productos, fibra larga, jugo y biomasa. Se conforma de dos componentes, una estructura principal que soporta el tambor de desfibrado y una estructura secundaria la cual soporta el motor y el trapiche de exprimido de desperdicios. La instalación debe ser simple al igual que su manipulación; sin embargo su uso debe ser únicamente para aquellos con conocimiento del proceso de beneficio del fique.

#### Beneficios y Características

PHYTO plantea prácticamente la misma actividad a la actual en cuanto al flujo y transporte de la fibra larga, no obstante incrementa pasos gracias al aprovechamiento de subproductos anteriormente considerados desperdicios. Por lo que pretende ser de fácil uso e intuitivo para el usuario. Su manipulación es más versátil ya que está pensado para ser transportado más cómodamente por los terrenos de las plantaciones.

Brinda una mayor protección gracias a piezas como la palanca que restringe el movimiento de la persona para evitar así la introducción de miembros al tambor lo cual podría ocasionar amputación.

PHYTO incorpora un segundo paso dentro de la misma actividad, el cual es la extracción de jugo de los desperdicios del fique. Lo que ocasiona un mejor aprovechamiento de energía, ya que la misma cantidad de gasolina se utiliza para ambas actividades. Lo cual hace que la fuente de energía sea aproximadamente 20% más productiva, debido a que pasa de ser un proceso de beneficio del 4% de la planta a más de 75%.

PHYTO forma parte de un plan de acción de recuperación del mercado de materias primas 100% biodegradables, las cuales prometen muchos beneficios y demanda internacional del tipo de materia prima que puede llegar a ser.

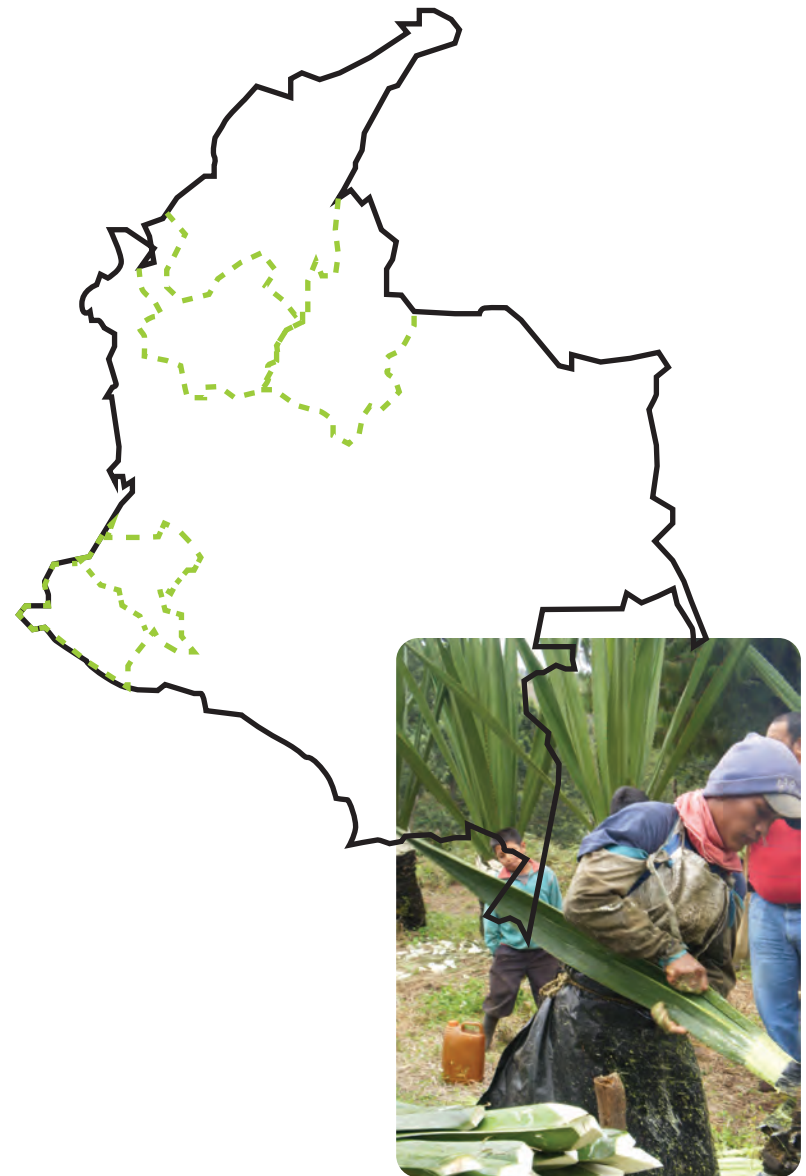
PHYTO está pensado como parte de un plan de mejoramiento de la industria figuera, por lo que debe ser inclusivo. Su estrategia pasa serlo es implementar recursos existentes como el tambor de desfibrado y el motor de ACPM, en los cuales los usuarios han hecho una inversión y no pueden convertirse en obsoletos. De igual manera cumple todos los requisitos para ser aprobado por Icontec como una actividad de calidad.

PHYTO está pensado para un usuario analfabeta en el mayor de los casos, sin embargo con un rico conocimiento de la tierra, los cultivos y el proceso de beneficio de la fibra de fique y las posibilidades que ofrecen sus subproductos. Lo cual lo hace familiarizado con su uso y lectura y con los recursos para su uso, mantenimiento, ensamblaje y des-ensamblaje.

## MERCADO

### Descripción del Mercado

El mercado potencial de PHYTO son aquellas personas cuya actividad económica principal es el beneficio del fique: venden la fibra larga a empresas como Empaques del Cauca. Viven en el campo y vienen de familias con mucha tradición figuera y comúnmente forman parte de grupos indígenas colombianos. Son personas de recursos económicos bajos, desprotegidos por el gobierno y han sufrido la crisis del mercado de los 90's, por lo que han recurrido a actividades económicas secundarias para poder subsistir. Otro mercado potencial son los mismos corregimientos indígenas dedicados al fique que se interesen en tener un centro de beneficio para la comunidad. El mercado objetivo final son indígenas figueros que buscan aumentar su productividad sin tener que desempeñar o concentrarse en demasiadas actividades sin relación entre ellas. Su interés es poder dedicarse y sacarle el mayor provecho a lo que saben hacer con los recursos que puedan adquirir. Son personas con recursos económicos suficientes para la adquisición y mantenimiento del sistema ya sea por sí mismos o en talleres de metalmecánica.



## Potencialidad

Mercado Potencial: se calcula que en Colombia hay aproximadamente 72 municipios productores de fique, ubicados principalmente en 13 departamentos de la región andina del país. Lo cual corresponde a más de 23.000 hectáreas cultivadas por 70.000 familias de zonas marginales que conforman el grupo social más deprimido de Colombia (1). Son precisamente estas familias aquellos usuarios potenciales de PHYTO, familias que pueden no únicamente beneficiarse del plan de acción de recuperación de la fibra natural nacional sino también de los subproductos del fique como parte de su ingreso económico. Plan nacional que proyecta crecimiento no únicamente de productividad sino de recuperación de familias que han abandonado la actividad, por lo que se proyecta un consumo aproximado de 40.000 unidades del sistema, inicialmente.

El sistema tendrá un uso de 1 o 2 veces por semana lo cual varía dependiendo de la época climática del año. En épocas de lluvia se utiliza menos por protección al cultivo ya que no conviene cortar pencas cuando el suelo está muy húmedo. El desgaste se dará no únicamente a causa del uso sino del cuidado que se dé al sistema, si se es guardado luego de cada jornada o dejado en la intemperie. No obstante el diseño se propone de acuerdo a las exigencias, pensado no únicamente desde sus materiales sino de piezas estándares fáciles de remplazar y de mantenimiento de fácil acceso para los usuarios.

## Carácter del Mercado

El mercado principalmente se concentra en Colombia, Venezuela y Ecuador ya que son las zonas en las cuales crece la planta de fique. Es un carácter de mercado rural, principalmente concentrado en las regiones del Cauca, Nariño, Antioquia y Santander, específicamente ligado a la producción de costales de fique, cabuya y artesanías, no obstante en expansión a mercados como aglomerados, papel e incluso pesticidas naturales.

## Limitaciones

### Extrínsecas

El producto ha sido diseñado para ser producido con materiales y procesos a los cuales los usuarios ya están familiarizados o ellos mismos los poseen. Por lo que en relación al costo del producto se piensa no va a haber un gran inconveniente; aun más teniendo en cuenta que éste puede ayudar a mejorar la economía del usuario por medio del aprovechamiento de los subproductos. Los insumos que requiere el sistema para funcionar son aproximadamente 1 galón ACPM por jornada (la misma cantidad que actualmente), costales de fique los cuales son comunes para los usuarios y por supuesto pencas de fique; por lo que el flujo de insumos es exactamente igual al actual. El sistema es de carácter especializado y exclusivo para este tipo de actividad, no se puede incluir o es fácil de adaptar a diferentes mercados o usuarios. Su mantenimiento es del mismo tipo al actual y puede ser fácilmente arreglado por el usuario o en talleres de metalmecánica como el que se encuentra en Empaques del Cauca S. A.



(1) Ministerio de Ambiente. Ministerio de Agricultura. Departamento Nacional de Planeación. 2006. segunda edición . pág. 15

## Intrínsecas

Comúnmente los usuarios comienzan a entrar en contacto con la actividad desde muy temprana edad, aproximadamente desde los 4 o 5 años, cuando comienzan a acompañar a sus padres o cabezas de familia al cultivo y poco a poco a involucrarse en la dinámica de la actividad. Siguen desempeñando diversos roles a lo largo de toda su vida, ya sea que corten y recojan pencas, desfibren o laven la fibra. Estos usuarios, a pesar de estar inmersos en un mundo moderno, del cual si bien o mal se han ido impregnando, se encuentran por fuera de la sociedad común y mantienen creencias religiosas y tradiciones completamente ajenas; por ende su cultura es muy específica a su naturaleza indígena. Razón por la cual el sistema se propone con un carácter prosumer bajo el cual, su elaboración debe ser terminada por el usuario final. El usuario por medio de tejidos no únicamente termina la producción del producto sino que se apropia de el y lo adopta como propio.

Sus hábitos de compra son básicamente supervivenciales, ya que su poder adquisitivo es bastante bajo y se restringen a comprar aquello únicamente necesario para subsistir. Al hacerlo, la mayoría de sus compras son de carácter agrícola o ganaderos, ya que se centran en sus actividades económicas principales. Cualquier necesidad secundaria son satisfechas por productos o artefactos elaborados por ellos mismos. Se concentran mucho en actividades o dinámicas de union familiar por la naturaleza de su cultura. Emocionalmente la actividad del fique está cargada no únicamente de tradición ancestral y de pertenencia cultural sino que constituye el principal rol de estas familias, las cuales se encuentran todas involucradas en este proceso. Al ser marginadas socialmente, no únicamente por el gobierno sino por escogencia propia, son excluyentes y cerrados en su círculo social, se ayudan entre comunidades. Sin embargo, debido a lo mismo, no se ven impregnados del sentimiento consumista y sus ambiciones económicas son pocas. A veces carecen de ver las muchas oportunidades que podría ofrecer la tierra y los recursos existentes. Por lo que PHYTO plantea un mayor aprovechamiento de una actividad ya familiarizada para ellos, sin imponer una nueva dinámica a la cual pueden no adaptarse.

Estas características son las de un mercado indígena Colombiano, que es básicamente el mercado del sistema. Ya que en las diferentes partes del mundo se encuentran fibras naturales, no obstante, cada región del mundo tiene una fibra natural con características completamente diferentes, por lo que sus procesos y cadenas de beneficio son completamente diversos a la del fique. Por ejemplo el yute es una fibra popular en Brasil y Bangladesh, el cual sale de un tronco fibroso y su extracción no coincide con la del fique. Por lo que se concluye que el mercado total es uno mas regional, concentrado en Colombia principalmente.

## Entornos del Mercado



### Político y Legal

Se tienen en cuenta principalmente los requerimientos de seguridad y calidad que establece ICONTEC para fibra y maquinaria desfibadora de fique.

### Económico

Es claro que la actividad de beneficio del fique es la principal bajo la cual la economía de familia fiquera se centra. Por lo que el sistema pasa a ser de crucial importancia para estas familias, que aunque tienen poco poder adquisitivo, se interesan en posibilidades de incrementar o diversificar su producción.

### Demográfico y cultural

Como se estableció anteriormente, se debe considerar todas las características de una cultura como la indígena para la introducción y aceptación de un nuevo sistema, para sobrepasar así las barreras culturales y étnicas. Así que la cultura del mercado pasa a ser una que más allá que agrícola es de connotación indígena que varía dependiendo de la región.

# CONSUMIDORES

## De Introducción



Como parte del plan de transición y adopción del sistema se plantea que los consumidores iniciales sean las cooperativas o los corregimientos centrales figueros. Los cuales, en su centro de beneficio del fique entren a implementar el sistema, donde luego las familias pueden acudir a su uso y en el futuro interesarse en la adquisición de uno.

## Usuario Directo

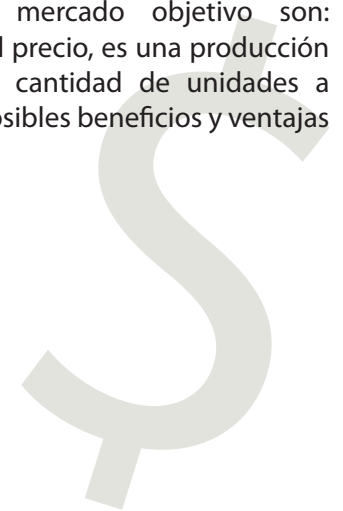


Familias figueras. Incluyendo la mayoría de sus miembros, aunque los que estarían en contacto directo por un tiempo más prolongado serían aquellos hombres de la familia encargados del cultivo y de la actividad de desfibrar.

## PRECIO

La estrategia del precio básicamente se concentra en poder proveer el menor precio posible, ya que es un producto para usuarios con poco poder adquisitivo. También se tiene en cuenta que instituciones de razón social o educativa como lo es el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o CORPOICA pueden entrar a subsidiar sistemas para el fomento de la industria. Por lo que la fijación del precio se concentra principalmente en el costo de producción del sistema. Sin embargo una vez se establezca este factor se debe tener en cuenta los beneficios que provee el sistema frente a la maquinaria actual. No únicamente beneficios en cuanto a la seguridad o manipulación, sino que el sistema provee la posibilidad de aprovechar el 96% que se desecha actualmente, lo que en el 2004 correspondió a 518.400 toneladas, una cantidad que aun no tiene valoración económica.

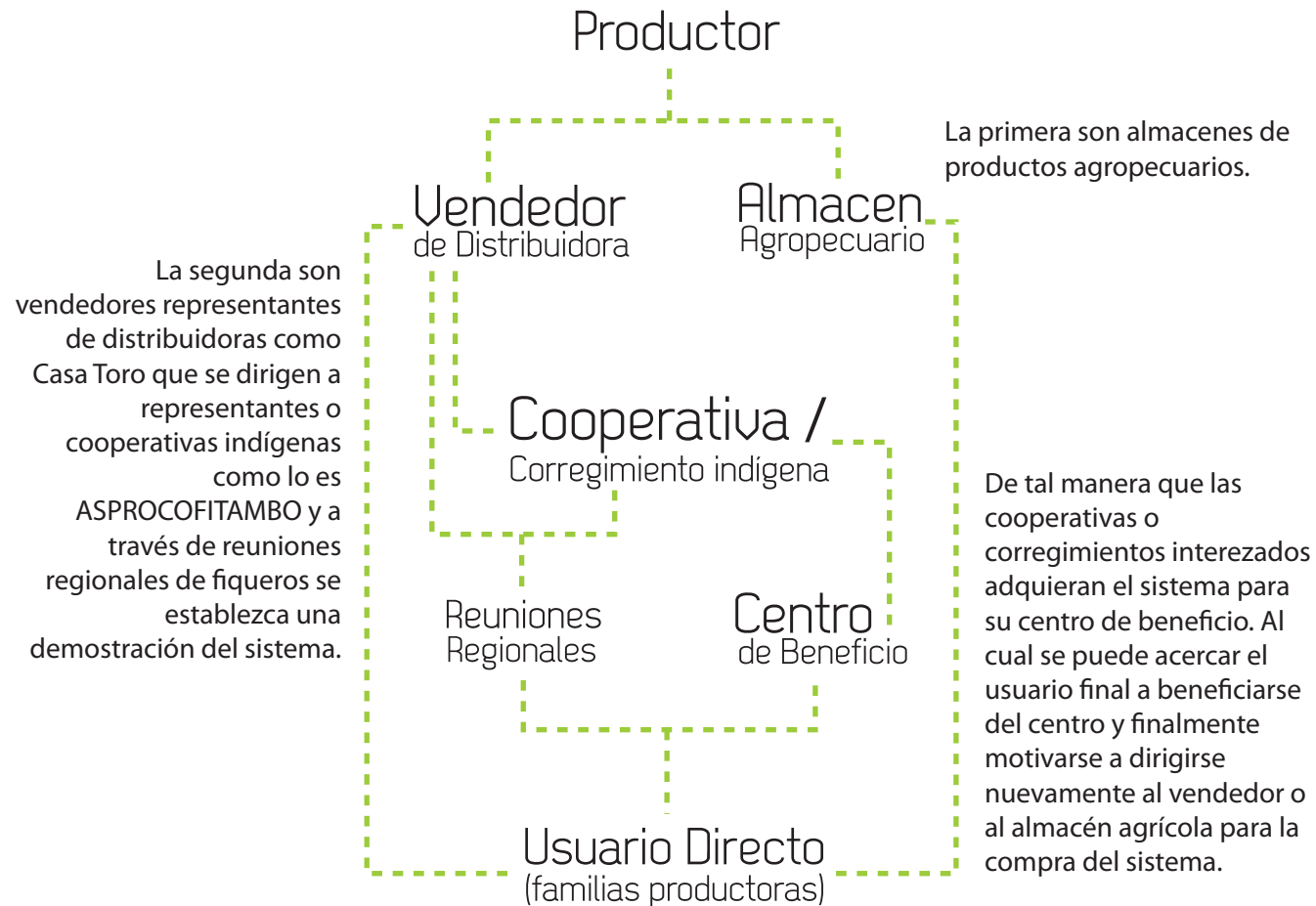
Esa característica es la cual diferencia el sistema de los encontrados en el mercado y lo posiciona como un producto innovador y de posible evolución a futuro. La competencia principal del sistema es la maquinaria actual de desfibrado, la cual presenta numerosos inconvenientes, sin embargo, lleva décadas en uso sin ninguna reforma por comodidad y tradición de los usuarios. La competencia secundaria del sistema son sistemas automatizados pensados para una producción constante de fique, no obstante, esta cambiaría completamente el carácter del mercado y pondría en riesgo la economía de la población mas deprimida de Colombia por lo que no sería una opción viable para el entorno. Por lo que la amenaza principal del producto es la aceptación de este por medio de los usuarios y hace de la estrategia de mercadeo una herramienta sumamente importante. Los factores mas relevantes del mercado objetivo son: principalmente que es muy sensible al precio, es una producción de bajo costo correspondiente a la cantidad de unidades a producir y es un mercado sensible a posibles beneficios y ventajas que puede ofrecer un producto.



# ESTRATEGIA DE MERCADEO

Se establece un canal de distribución corto.

Al producto salir de producción se dirige hacia dos estrategias de ventas:

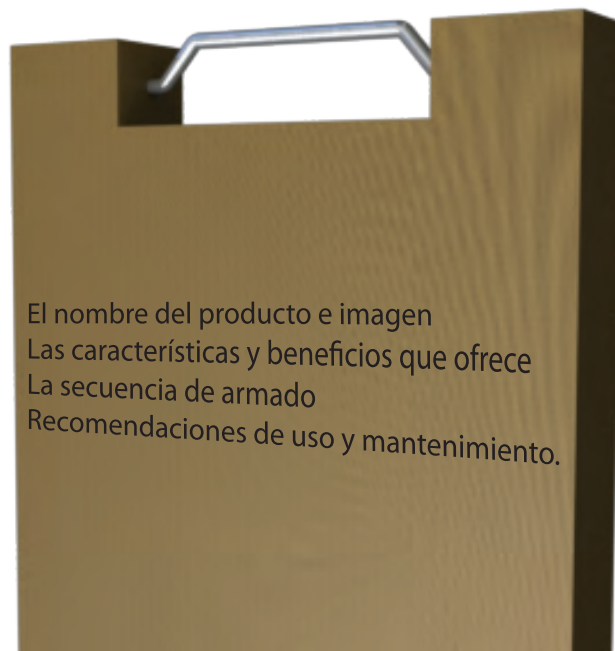




# EMPAQUE

Con este sistema de distribución se tienen en cuenta las características y el transporte al que se somete el empaque. El empaque contiene todo lo que requiere un sistema PHYTO. Es decir, (1) estructura principal de tambor, (1) estructura secundaria de motor incluyendo el trapiche, (1) sistema de seguridad que incluye (1) cubierta) y (1) palanca de manipulación de pencas y finalmente los insumos requeridos como lo son los tornillos y tuercas para su armado al igual que (2) costales de fique, (2) correas. El motor y el tambor no vienen incluidos ya que son partes que los usuarios ya han adquirido o pueden compra por separado.

La información que se expone en el empaque es:





## VII. MÓDULO DE PRODUCCIÓN

PHYTO surge como estrategia para la reducción de desperdicios presentados en el proceso de desfibrado del fique, por lo que PHYTO se define como un sistema de aprovechamiento de los subproductos del fique. Éste se elabora inicialmente con materia prima estandarizada de acero carbón, las cuales componen la estructura principal del sistema mediante procesos de corte, doblado y soldadura en un taller básico de metalmecánica. En segunda instancia, el usuario termina la elaboración del sistema con la intervención de superficies tejidas con fique.

El sistema se compone inicialmente de un subsistema estructural, el cual consiste de dos componentes. Una estructura principal que porta el tambor de desfibrado y una estructura secundaria que soporta el trapiche y el motor. Al subsistema inicial se ancla el subsistema encargado de orientar y ordenar los productos del proceso, el cual se compone de una pieza frontal para la fibra larga y una pieza posterior para el bagazo y estopa. Finalmente el sistema es cubierto por el subsistema de protección.

Como se estableció en el Brief de Diseño el producto debe ser de bajo costo y posible de producir y reparar en un pequeño taller de metalmecánica. Razón por la cual es producido con materiales estandarizados como perfiles rectangulares, tubería y láminas de acero carbón. Lo que significa que la mayoría de sus procesos son de corte, soldadura y doblaje; evitando al máximo procesos con una necesidad alta de infraestructura o tecnología.



Para la realización del plan de producción de PHYTO se tienen en cuenta las siguientes estrategias específicas:

## DFM DISEÑO PARA MANUFACTURA

Esta estrategia tiene en cuenta las capacidades para producir cierto producto, así como el ciclo de vida del mismo y de sus materiales, estandarización, etc. Las cuales se consideran premisas para tener en consideración en el diseño de PHYTO. Por lo tanto se presentan mejoras a nivel productivo del proyecto en aspectos críticos para el éxito del sistema como lo son costos, cantidad de piezas, materiales y procesos adecuados.

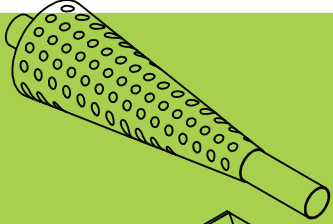
Inicialmente se planteó la estructura en lámina, sin embargo por cuestiones de peso, portabilidad, y productivas se plantea una estructura en perfiles de acero. La cual, si bien aumenta la cantidad de partes, simplifica el proceso productivo y hace posible las promesas productivas del brief de diseño.

El sistema puede ser producido en un taller de metalmecánica con una dobladora, un oxicorte, una plegadora y una maquina de soldadura MIG. Las necesidades específicas del proceso productivo o tipo de producto establecen que el sistema sea producido en un proceso cuyas características sean de poca tecnología en maquinaria pero un alto grado de mano de obra. Estas características hacen que el producto sea de fácil reparación en cualquier taller con la misma maquinaria. Lo que alarga el ciclo de vida del producto.

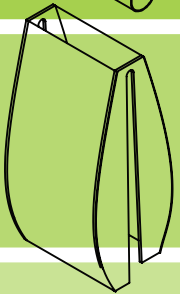
Al ver la complejidad en la geometría y la cantidad de piezas que se presentan en el sistema se ha intentado al máximo reducir componentes que pueden tener en común las estructuras. Por lo que los perfiles de conexión se unificaron todos de un mismo largo y las estructuras inferiores de apoyo se unificaron en un mismo tipo de pieza.



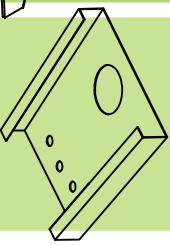
El Producto se compone básicamente de cuatro tipos de piezas:

- 

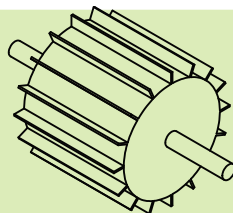
1

Trapiche - Piezas de acero carbón con proceso de doblado con matriz y corte.
- 

2

Piezas textiles sobre estructuras de acero. Son piezas no muy complejas intervenidas por el usuario final, el cual decide los materiales y la complejidad que está dispuesto a introducir en ellas.
- 

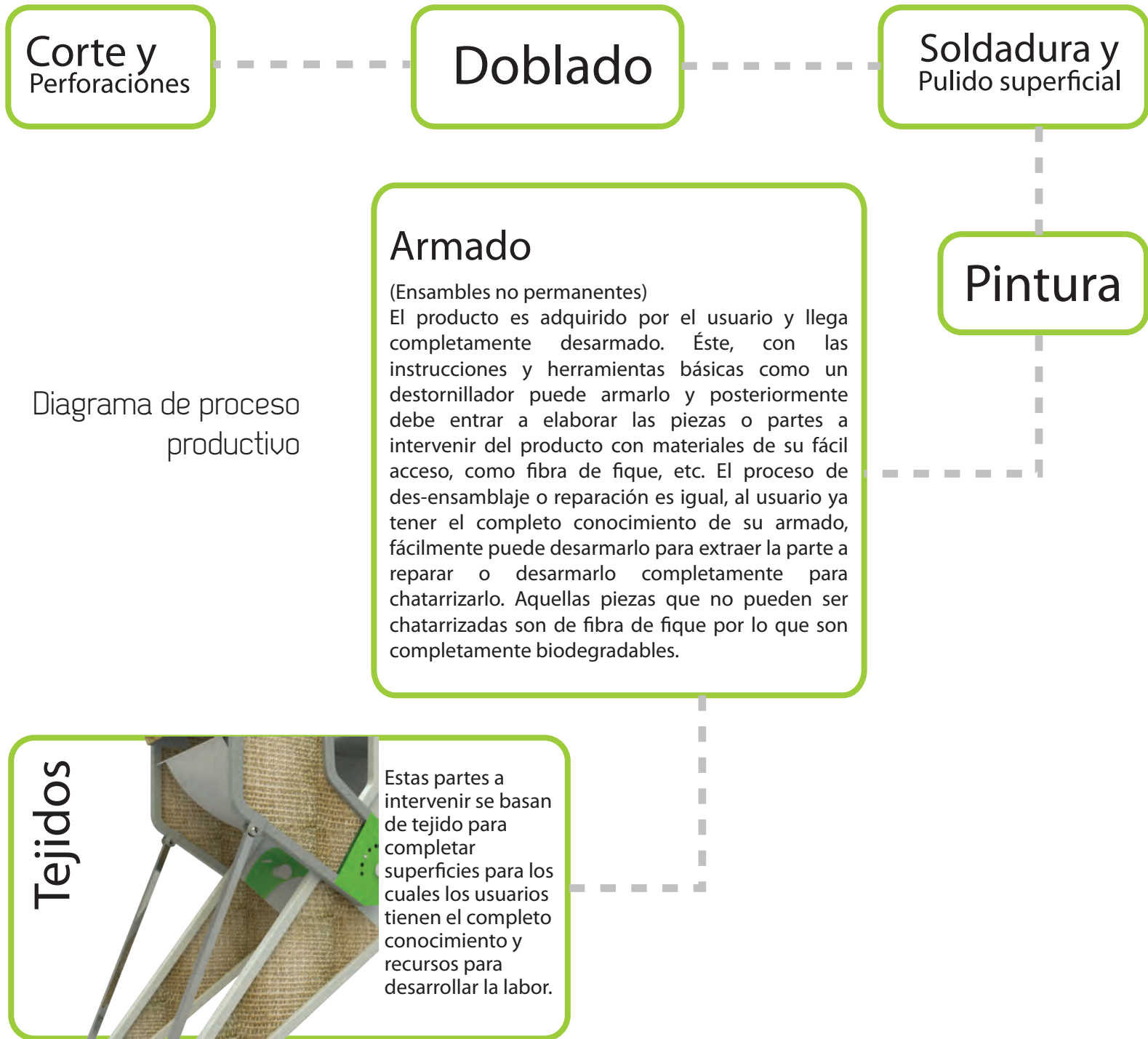
3

Piezas de acero carbón con procesos de corte, soldadura y dobléz. (baja complejidad productiva)
- 

4

Piezas estándar como el motor, tambor, chumaceras y correas.

De este modo las reparaciones, si no son muy complejas, pueden ser elaboradas por el mismo usuario con las herramientas que posea en su hogar. De lo contrario puede desensamblar la pieza a reparar y llevarla a un taller de metalmecánica como el de Empaques del Cauca donde puede ser reparada por el mecánico.

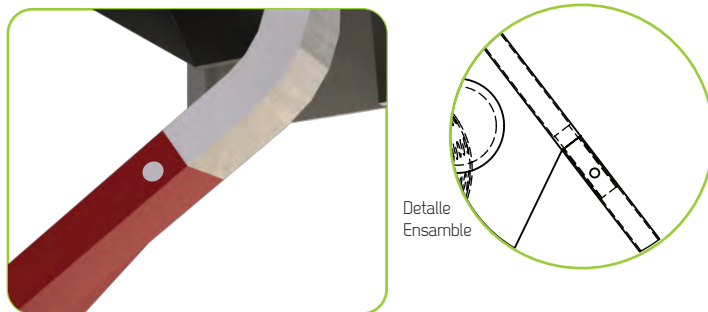


## DF A DISEÑO PARA ENSAMBLAJE

Debido a que es finalmente el usuario descrito en el documento del proyecto el que arma el sistema. Se deben tener en cuenta las características educativas del mismo para el diseño del proceso de armado. Por lo tanto el ensamblaje no únicamente debe ser fácil e intuitivo sino que debe ser posible de armar sin instrucciones escritas, en vez debe ser instruido con diagramas visuales y con herramientas que comúnmente posee el usuario.

Los ensambles no permanentes se diseñaron de tal manera que se redujeran al máximo y los displays de estos dieran una cabida mínima al error. Esto se plantea utilizando ensambles con insumos comunes de ferretería y con la orientación de las piezas, por lo que se utilizó perfiles rectangulares opuesto a cuadrados y displays visuales.

Así mismo, al tener el conocimiento completo de armado, el usuario puede desensamblar el sistema para la reparación de alguna pieza en específica o para el reciclaje de las piezas.



corte

despalmado

desfibrado

lavado

secado

empacado

## DISEÑO PARA LOGÍSTICA DFL

El sistema PHYTO se instaura como parte de una cadena productiva de beneficio de la planta de fique, y debe ser considerado como un eslabón dentro de una cadena de suministro de la fibra de fique y de la logística no solo del mercado sino de las actividades comunes de la tierra y el corregimiento en el cual habitan los indígenas usuarios.

Teniendo en cuenta lo anterior es muy importante la entrada y salida de insumos, materia prima y productos y la interacción de éstos con el sistema. Debido a ello se diseñó el tercer subsistema del cual, la estructura frontal para la fibra larga, la separa en manojos de 10 kg aproximadamente de fibra larga para ser llevados al proceso de fermentación y lavado. La estructura posterior porta un costal en el cual se depositan los subproductos de estopa y bagazo para ser fácilmente transportados a lomo de mula. Y Un recipiente que se ubica abajo del trapiche en el cual cae el jugo exprimido.

De igual manera se tiene en consideración que el sistema debe poder ser guardado al final de la jornada para lo cual debe ser transportado por los terrenos de las plantaciones. Para lo cual se diseñaron piezas especiales de agarre y la estructura se separa en dos para permitir un peso no peligroso para ser cargado entre dos personas.



PHYTO

VIII. ANEXOS

para el

plaguicidas  
industria  
farmacéutica

Exprimir  
mediante torta

jugo  
70%

extracción  
de

abono/compost  
alimentación

2 sub-estaciones  
del desfibrado

bagazo  
17%

-Separar

construcción  
papel  
aglomerados  
relleno...

estopa  
8%

proceso de  
extracción de  
fibra

FIQUE

fibra larga  
4%

artesanas  
textiles  
empaques

producción  
nacional



Mapa conceptual general



— aprovechamiento

nuevas INDUSTRIAS

lo cual

elimina

interviene para la

legislación

enmarcado en una

— materiales locales

— eco-efectividad

DISEÑO

corte

despalmado

desfibrado

lavado

secado

empacado

efectos ambientales

desperdicio del 96% de la penca

desaprovechamiento \$

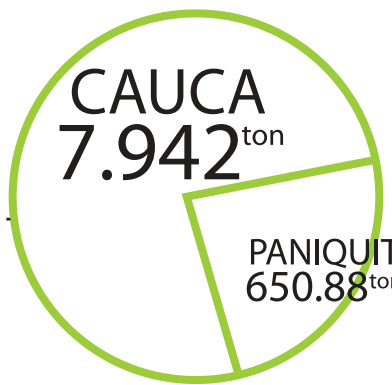
riesgos a salud usuario

contribuye a

pobreza

miembro de

de la cual



es

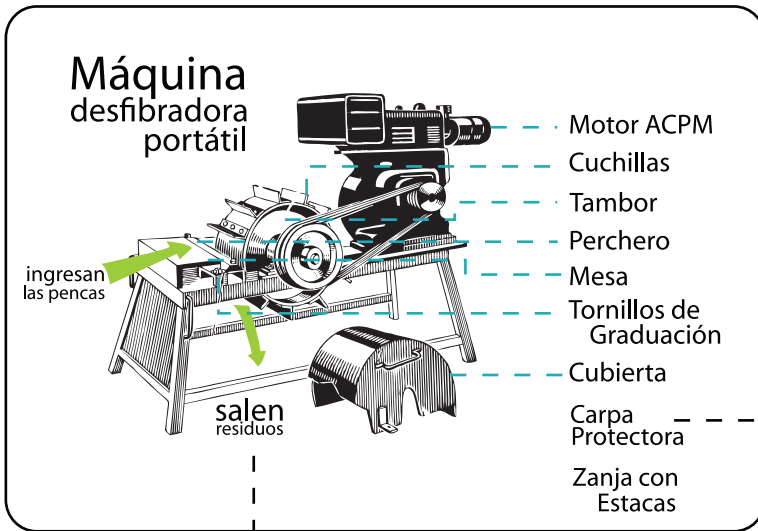
corregimiento indígena

de

familias

viven en

# ELEMENTOS



- compra de tambor y cuchillas
- compra de motor
- compra de mesa y complementos
- compra de ACPM

Se instala Maquina Desfibadora Portátil en el cultivo

Se introduce la peca hasta el 25% en máquina

Se cortan las pencas

Se apilan pencas junto a máquina

sujeta a condiciones de intemperie lluvia, sol...

usuario está expuesto a

cambios en temperatura

precipitaciones

quemaduras por sol

La cuchilla raspa todo que no sea fibra larga

puntos críticos para usuario

residuos 96% permanecen en suelo

atraen moscas y zancudos

# CONSECUENCIAS

# PROCESO

Se hala la penca, **se voltea**, y se introduce restante

Se remueve la fibra y se arroja en **nueva pila**

se desensambla el **motor** para guardar

se transporta el motor a mula a lugar de almacenamiento

se cubre la **máquina** con plástico protector

se lleva la **máquina** a arreglar

**4%** es llevado a lavado en mulas

PELIGRO

daños a dermis por **contacto con jugo de fique**

**amputación** parcial de falange (dedos)

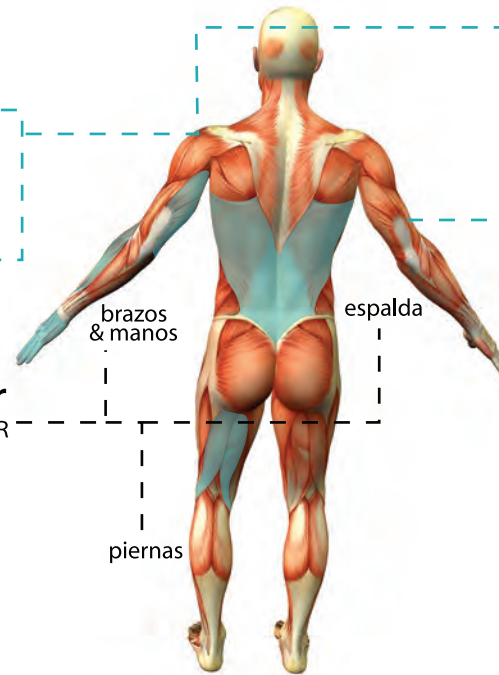
FUERZA

halar fibra en sentido contrario a **cuchillas**

**dolor** MUSCULAR

POSTURA

de pie por jornadas de **9 horas**



## PROBLEMAS

Se presentan demasiados desperdicios en el proceso lo cual no únicamente demuestra una ineficacia en el proceso sino que éstos desechos son perjudiciales para el suelo y fuentes hídricas cercanas.

El usuario presenta peligros de amputación o daños en dermis ocasionados por la máquina o el abrasivo jugo de las pencas.

Las largas jornadas, postura y esfuerzo que debe hacer el usuario durante la actividad resultan inadecuadas para la óptima salud del usuario, el cual resulta agotado y adolorido de la actividad.

La disposición de la actividad en la intemperie expone al usuario a agentes moderadamente nocivos como también problemas de salubridad e higiene.

## DISEÑO

### Determinantes

Debe adaptarse al entorno actual

- tecnología existente
- terrenos de cultivo

Proteger al usuario  
contra agentes de la  
**intemperie**

Proveer  
protección contra cuchillas  
(evitar introducir dedos)

La maquinaria y motor deben ser  
transportables a mula o caballo por  
terrenos difíciles de transitar.

### Requerimientos

Debe permitir diferentes  
configuraciones dependiendo de  
disposición del espacio.

La máquina de desfibrado portátil  
parte como base del proceso y  
subestaciones a diseñar. De esta se  
puede intervenir en la mesa,  
cubierta y tornillos de graduación.

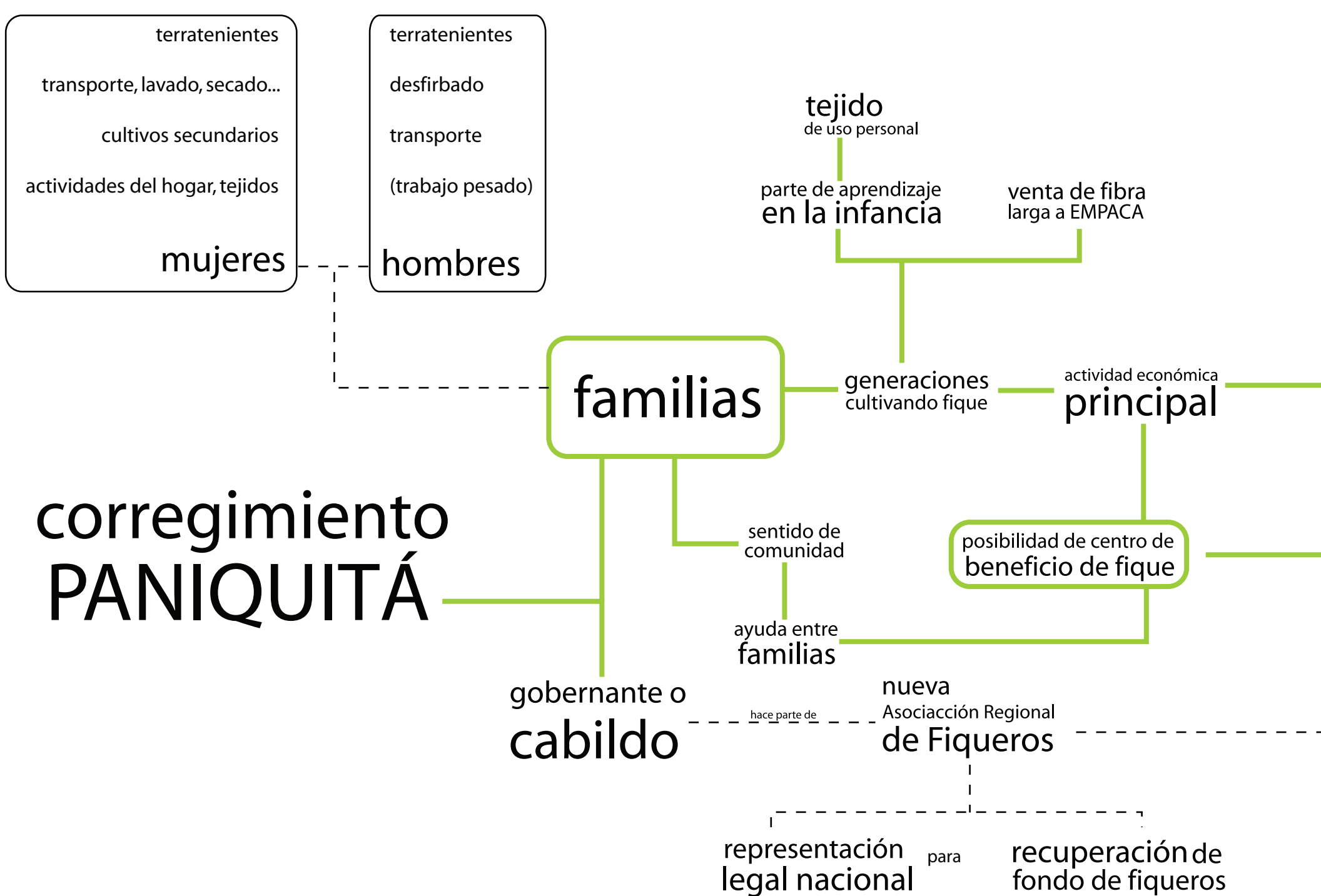
Los subproductos del fique no  
deben quedar expuestos a  
intemperie para evitar deterioro de  
materia prima y atraer organismos  
indeseados.

Debe haber una protección del  
usuario contra agentes de  
intemperie y reducir el contacto  
directo con la penca.

# ACTIVIDAD DE DEFIBRADO



# corregimiento PANIQUITÁ



no  
brinda suficiente sustento  
económico

actividades económicas  
secundarias

empleados en trabajos  
de zonas urbanas

cultivo hortalizas,  
frutas, verduras

desfibrado

uso subproductos

junto con representantes de

Tambo

Caldono

Silvia

USUARIO 



## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Argenis Arias Navarro, C. I. (1992). Factibilidad Técnica y Económica para Producción de Panelería Fibrorreforzada con Fique. Cali, Colombia: Universidad del Valle, Ingeniería Industrial, Tesis.
- Compañía de Empaques S.A. El Cultivo del Fique y el Beneficio de la Cabuya. Medellín.
- Constitución Política de la República de Colombia. Ambiental.
- EL TIEMPO. (16 de Noviembre de 1996). Quiebra Ronda a Empaques del Cauca S.A. EL TIEMPO , pág. Economía .
- Empaques del Cauca S.A. (2005). Manual Agroecológico del Fiquero. Popayán: CAPP.
- García, Jose Maya. (2004). Proyecto de Reactivación Social y Productiva de la Planta Piloto de Caldon. Popayán: Ministerio de Agricultura del Cauca.
- ICONTEC internacional. (2001). Sello Ambiental Colombiano. Recuperado el 17 de febrero de 2011, de ICONTEC:  
<http://www.icontec.org.co/index.php?section=76>
- ICONTEC. (2007). Norma Técnica Colombiana NTC 5517. Bogotá: ICONTEC.
- McDONOUGH, Willam, BRAUNGART, Michael. (2002). Cradle to Cradle. New York: North Point Press.
- Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Departamento Nacional de Planeación. (2006, segunda edición). Guía Ambiental del subsector Fiquero. Bogotá D.C. : Panamericana Formas e Impresos S.A. .
- Orozco, Carlos A. (2011). Encuentro Departamental Fiqueros del Cauca. Corregimiento Paniquitá Cauca.
- Entrevista Personal: Robledo, Alejandro. (7 de Marzo de 2011). Ingeniero Propal S.A.
- Universidad Industrial de Santander. (1993). Producción de Papel Artesanal. Bucaramanga: CICELPA .



*Paniquitá, Cauca*