



ÓleA

Optimización del proceso de cosecha y post cosecha del
sembrado de *Jatropha curcas L.* para la obtención y
disposición de la semilla y subproductos

Natalia Hidalgo Marín
Diana Marcela Torres Montoya

Universidad ICESI
Facultad de Ingenierías, Departamento de Diseño
Valle del Cauca, Santiago de Cali
21 de Noviembre de 2012



ÓleA

Optimización del proceso de cosecha y post cosecha del
sembrado de *Jatropha curcas L.* para la obtención y
disposición de la semilla y subproductos

Natalia Hidalgo Marín
Diana Marcela Torres Montoya
[Autoras]

Proyecto de grado

Edgar Andrés Martínez Muñoz
[Tutor]

Universidad ICESI
Facultad de Ingenierías, Departamento de Diseño
Valle del Cauca, Santiago de Cali
21 de Noviembre de 2012

Agradecimientos

Gracias a la colaboración de muchas personas se ha logrado la realización de este trabajo. A todos ellos queremos agradecer por el apoyo incondicional que nos han brindado, el conocimiento, ayuda y tiempo.

Agradecemos especialmente a nuestras familias, por creer en que podemos construir un futuro mejor, siendo éste proyecto tan solo el primer paso de nuestra vida profesional.

Nuestro más sincero agradecimiento a Edgar Martínez, nuestro tutor de proyecto de grado, por corregirnos minuciosamente, por su ayuda y disponibilidad; especialmente por su buena actitud y hacer de nuestras tutorías un tiempo muy agradable.

Finalmente agradecemos a cada profesor que de una u otra manera dejó una semilla de su conocimiento en nuestras cabezas, lo que nos llevo a desarrollar de manera completa este proyecto. Gracias a cada uno de ellos por sus conocimientos, paciencia y apoyo a lo largo de esta carrera.

Introducción

La limitación de recursos para la producción de energía ha obligado al hombre a realizar investigaciones sobre cómo obtenerla. Es así como se encuentran las bondades del sembrado de *Jatropha curcas L.*

Esta investigación tiene su interés en la cosecha y post cosecha del sembrado de ésta planta y cómo se logra llegar a la optimización de ésta como conjunto funcional y formal. Es importante tener en cuenta que esta es una especie que prospera en condiciones marginales y desde su primera cosecha hasta que obtiene su madurez final tiene diferentes estaciones, pasando por la recolección hasta la extracción del aceite. No obstante, éstos procesos a pesar de tener un gran potencial y una gran demanda tanto nacional como internacional, son realizados de manera artesanal.

Por lo tanto, el fin de éste proyecto es demostrar que por medio del diseño industrial es posible optimizar el sembrado de *Jatropha curcas L.* para la obtención y disposición de los subproductos.

Índice de contenido

Capítulo 1. Acerca del proyecto

Descripción del proyecto	9
Planteamiento del problema	9
Justificación de la investigación	9
Objetivo general	10
- Objetivos específicos	10
Viabilidad	11
- Alcances	11
- Limitantes	11
Metodología de la investigación	12
- Enfoques	12

Capítulo 2. Acerca de la *Jatropha curcas L.*

Clasificación científica	14
Características de la planta	14
- Características del fruto	15
- Características de la semilla	16
Subproductos y usos	17
La planta en el mundo	17
Distribución geográfica en Colombia	18

Capítulo 3. Investigación de los procesos

Cosecha	20
- Descripción	20
- Características	21
- Estado actual de la cosecha de <i>Jatropha curcas L.</i> en Colombia	21
- Estado del arte de la cosecha de <i>Jatropha curcas L.</i>	22
Post cosecha	25
- Características	25
- Descripción y estado de los procesos	26
- Transporte	26
- Despulpado	27
- Secado	28
- Almacenamiento	30
- Descascarado	31
- Extracción	31

Capítulo 4. Contexto

Actividad económica	35
Agente	36
Análisis ergonómico y antropométrico	36
- Cosecha	36
- Post cosecha	38

Capítulo 5. Marco conceptual

Determinantes	43
Requerimientos	44
Concepto	44
Propuesta de diseño	45
Secuencia de uso	46
Beneficios	47
Mercadeo del producto	48
Análisis de costos	52

Glosario	53
----------------	----

Bibliografía	54
--------------------	----

Anexos	56
--------------	----

Índice de ilustraciones

Imágen 1 - <i>Jatropha curcas</i> L.	14
Imágen 2 - Raíz de la <i>Jatropha curcas</i> L.	14
Imágen 3 - Planta de <i>Jatropha curcas</i> L. con hojas y sin hojas	15
Imágen 4 - Frutos de <i>Jatropha curcas</i> L. de una misma rama en diferentes estados de maduración	16
Imágen 5 - Semilla de <i>Jatropha curcas</i> L.	17
Imágen 6 - Subproductos y usos de la <i>Jatropha curcas</i> L.	17
Imágen 7 - Ubicación de la <i>Jatropha curcas</i> L. en el mundo	18
Imágen 8 - Ubicación de la <i>Jatropha curcas</i> L. en Colombia	18
Imágen 9 - Recolección manual y herramientas	20
Imágen 10 - Recolección del fruto de <i>Jatropha curcas</i> L.	21
Imágen 11 - Datos de recolección manual en otros países	22
Imágen 12 - Sistema de recolección de paraguas invertido	23
Imágen 13 - Sistema de recolección de redes en la base	23
Imágen 14 - Sistema de recolección por aspiración	24
Imágen 15 - Procesos realizados para la obtención del producto final y subproductos ...	25
Imágen 16 - Tecnologías implementadas en las operaciones de post cosecha	26
Imágen 17 - Proceso de despulpado de la <i>Jatropha curcas</i> L.	27
Imágen 18 - Proyecto Tempate	28
Imágen 19 - Secado de la semilla de la <i>Jatropha curcas</i> L.	28
Imágen 20 - Silos de secado	29
Imágen 21 - Costal de yute y de polipropileno	30
Imágen 22 - Almacenamiento y transporte de aceite	31
Imágen 23 - Separación de cascarilla y almendra	31
Imágen 24 - Extractora de aceite de semillas oleaginosas	32
Imágen 25 - Ubicación de Bocas de Satinga en el mapa	34
Imágen 26 - Terreno de Bocas de Satinga	34
Imágen 27 - Agricultura como actividad económica	35
Imágen 28 - Agente	36
Imágen 29 - Extensión superior y extensión lateral	37
Imágen 30 - Flexión e hiperflexión	37
Imágen 31 - Proximidad con la planta	37
Imágen 32 - Peso máximo de empuje	38
Imágen 33 - Peso máximo de carga	38
Imágen 34 - Amplitud de los surcos	39
Imágen 35 - Zona de tope	49
Imágen 36 - Zona de confort	49

“El éxito no se logra sólo con cualidades especiales. Es sobre todo un trabajo de constancia, de método y de organización”

J.P. Sergent

Capítulo

Acerca del Proyecto

Ólea

Descripción del proyecto

Diseño de un sistema que ayude al desarrollo de la industria agrícola en los sembrados de *Jatropha curcas L.* en Colombia, optimizado así el tiempo en que se realizan los procesos de cosecha y post cosecha como conjunto, para la obtención de subproductos, de manera que se generen menos pérdidas, mejor manejo en el proceso y mayor productividad por parte de los operarios.

Planteamiento del problema

Falta de conexión funcional y formal entre la cosecha y post cosecha de *Jatropha curcas L.*, lo cual genera ineficiencia en el curso de los procesos realizados, dando lugar a pérdidas y desperdicios de subproductos, malestar físico en los operarios e impactos negativos en el ambiente natural, trayendo como consecuencia el atraso del desarrollo industrial en esta nueva alternativa agrícola.

Justificación de la investigación

La concientización de las limitantes en la obtención de recursos fósiles para la producción de energía, ha generado la búsqueda de nuevas alternativas para el desarrollo de un sustituto de la materia prima de los biocombustibles.

Es así como se logra encadenar al proceso de la búsqueda la producción de energía a partir de aceites de origen vegetal, que además del desarrollo de biocombustibles y otros productos, se basa en procesos industriales limpios que generan un impacto ambiental positivo para la zona de siembra, recuperan suelos y originan fuentes de empleo.

Actualmente, según funcionarios del gobierno colombiano, 3.2 millones de hectáreas de las 6.5 millones destinadas para el cultivo de productos agrícolas, pueden ser destinadas a la siembra de plantas con características oleaginosas como la palma africana, el sorgo dulce, y unas menos comunes como la higuera y *Jatropha curcas L.*

Ésta última es considerada como una de las mejores opciones para la obtención de aceite vegetal apto para la producción de combustibles, ya que no desplaza cultivos agrícolas, es protectora de fauna, flora y vegetación, genera abonos orgánicos y captura carbono.

El aumento de las áreas sembradas de plantas oleaginosas se debe al crecimiento de la

confianza en que los biocombustibles son la solución a la crisis energética, generando también inversión en más recursos como: semillas de alta calidad que poseen condiciones indispensables para el buen desarrollo de la planta, adecuación de tierras para la siembra de éstas semillas, fungicidas que matan plagas específicas tanto de la zona como de la planta, y maquinaria que permite el aumento de extracción de aceite por semilla, incrementando el porcentaje de rendimiento de las mismas.

Para que todo esto se siga dando cada vez en mayor proporción, se deben investigar, desarrollar e implementar tecnologías y mecanismos que permitan contribuir con el avance hacia el posicionamiento y consolidación del sector biocombustible a nivel mundial, repercutiendo en la reducción de costos de producción y asimismo, buscar la inclusión de pequeños agricultores en éste proceso que, a su vez, genere el desarrollo individual de las familias de la zona.

Por todo lo anterior, es posible afirmar que por medio del diseño industrial y, teniendo en cuenta particularidades y características edafoclimáticas de Colombia, se puede lograr el fortalecimiento de un sistema productivo que sirva como medio para que los objetivos de desarrollo industrial en este campo se cumplan a cabalidad.

Objetivo general

Optimizar la cosecha y post cosecha de *Jatropha curcas L.*, conectándolos por medio del diseño industrial.

Objetivos específicos

- Potencializar, por medio de intervenciones objetuales, las capacidades de los agricultores de la zona donde se encuentra el cultivo de *Jatropha curcas L.* para generar mayor productividad del mismo.
- Implementar un buen manejo y alistamiento de los subproductos para su posterior uso.
- Generar una conexión entre la cosecha y la post cosecha (recolección-transporte-despulpado) que optimice el trabajo realizado por los operarios.
- Reducir riesgos de pérdida de semilla (por plagas u hongos) dentro del proceso productivo.

Viabilidad

- Disponemos del acompañamiento de Ingenieros Agrícolas e Ingenieros Agrónomos, que nos colaboran en el análisis de los procesos.
- Tenemos apoyo investigativo de una empresa interesada en el desarrollo de esta nueva industria de biocombustibles, basados en aceite vegetal extraído de *Jatropha curcas L.* para la obtención y comercialización de biodiesel.
- Tenemos contacto con propietarios de sembrados de *Jatropha curcas L.*

Alcances

- Desarrollar el diseño de un sistema objetual, que será probado en uno de los sembrados de *Jatropha curcas L.* en Colombia.
- Socializar a la comunidad la importancia de los cultivos alternativos para la consecución de energía, basados en extracción de aceites vegetales y obtención de subproductos que funcionan como materia prima para otros mercados.

Limitaciones

- Duración del proyecto: 10 meses
- El producto debe ser asequible para los agricultores que llevan a cabo los procesos de cosecha y post cosecha de *Jatropha curcas L.* para la obtención de subproductos.
- Visitas a Bocas de Satinga, Nariño para realizar observaciones sobre el proceso de cosecha y post cosecha, encuestar a los operarios de ésta zona e identificar las herramientas usadas para el desarrollo de éstos procesos.
- Referencias bibliográficas limitadas sobre *Jatropha curcas L.*

Metodología de la investigación

Enfoques

- **Investigación descriptiva:** Damos por sentado la utilización de investigaciones basadas en experiencias pasadas, ya que es de suma importancia conocer la manera en cómo eran llevados a cabo los procesos de la cosecha y post cosecha en la antigüedad, así su uso fuera para fines diferentes. También es importante el hecho de conocer cómo se hace hoy en diferentes lugares del mundo.
- **Investigación aplicada:** Una vez recopilada la información, el objetivo de este proyecto es llevar a cabo la solución del problema de diseño planteado, lo que nos lleva a la aplicación de conocimientos adquiridos durante la carrera y mediante la investigación.

“En principio la investigación
necesita más cabezas que medios”

Severo Ochoa

Capítulo

Acerca de
*la *Jatropha curcas* L.*

Clasificación científica



Imágen 1 - *Jatropha curcas L.*
Satinga, Nariño

Reino: Plantae
Subreino: Tracheobionta
División: Embryophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Rosidae
Orden: Malpighiales
Familia: Euphorbiaceae
Subfamilia: Crotonoideae
Tribu: Jatropeae
Género: *Jatropha*
Especie: *Jatropha curcas L.*

Características de la planta

La *Jatropha curcas L.* es un arbusto alto que se encuentra dentro del grupo de plantas con características oleaginosas; puede alcanzar alturas superiores a 5 metros, pero para cuestiones de cultivos productivos se corta a 2 metros; y el periodo de vida productivo es más o menos de 30 a 45 años.

En cuanto a la estructura del tallo, puede ser principal ramificado o ramificado desde la base, que produce ramas que contienen una savia láctea (látex).

Por su parte, la planta está estructurada normalmente por cinco raíces, una central y cuatro periféricas, extendiéndose hasta alcanzar capas profundas del suelo.



Imágen 2 - Raíz de la *Jatropha curcas L.*

Cuando experimenta condiciones de estrés o de poca humedad alrededor, sus hojas se desprenden para conservar en el tallo y la raíz todo el porcentaje de agua evitando ataques de plagas (hongos e insectos), sobreviviendo en éste estado por más de un año. Éste fenómeno es denominado *estrés hídrico*.



Imâgen 3 - Planta de *Jatropha curcas L.* con hojas y sin hojas

La *Jatropha curcas L.* es monoica (hermafrodita) con flores masculinas y femeninas, ubicadas en las extremidades del tallo o sobre las ramas. Al final de las ramas se desarrollan los frutos en estructura de racimos constituidos por una cantidad que va de 5 a 20 unidades y cada una de ellas contiene, por lo general, tres semillas tóxicas.

La planta es capaz de soportar condiciones extremas de sequías y baja fertilidad en el terreno, es por ello que es una planta usada para la regeneración de suelos erosionados. También son usadas frecuentemente como cercos vivos para el ganado debido a la toxicidad que posee, protegiendo así cultivos de valor comercial.

Características del fruto

El fruto de la *Jatropha curcas L.* tiene forma esférica alargada semejante a un balón de fútbol americano y mide más o menos 4 cm de largo. Cada uno contiene tres semillas las cuales están cubiertas por una pulpa; entre mayor sea el estado de maduración de la fruta, menor es el grosor de dicha pulpa.

El proceso de maduración de la fruta tarda más o menos 90 días desde la floración hasta la maduración. En éste proceso se pueden observar tres colores de frutos: verde, amarillo y café. Cada racimo puede tener frutos en diferentes estados de maduración, a pesar de tener el mismo tiempo de vida. Ésto se debe a que es una planta que no madura simultáneamente.

La productividad de frutos puede comenzar a partir de los ocho meses, y se estabiliza a partir del cuarto o quinto año, teniendo dos o tres picos de cosecha en periodos de 12 meses.



Imagen 4 - Frutos de Jatropha curcas L. de una misma rama en diferentes estados de maduración

Características de la semilla

Las semillas de *Jatropha curcas L.* miden aproximadamente 2 cm de largo y 1 de diámetro, y normalmente vienen 3 semillas por fruto. Éstas medidas pueden variar de una semilla a otra, incluso semillas provenientes del mismo racimo. Pesan más o menos entre 0.5 y 0.8 gramos cada una, con un promedio de 1333 semillas por kilogramo.

La semilla está constituida por una almendra blanca (que representa un 63% en peso total) cubierta por una cascarilla (que representa el 37% restante) y contiene un aceite tóxico no apto para consumo humano. Contienen un 7% de humedad aproximadamente y un rango de aceite de 32% a 40%.



Imágen 5 - Semilla de *Jatropha curcas L.*

Subproductos y usos

Subproductos						
	Planta	Hojas	Cascara	Cascarilla	Almendra	Aceite
Usos	<ul style="list-style-type: none"> • Cercas vivas • Leña • Recuperación de suelos • Uso medicinal • Cicatrizante • Control de erosión de suelos • Cobertura • Protector de sembrados • Fertilizante 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomas medicinales • Cicatrizante • Extracción de látex • Producción de pintura • Pigmentos cosméticos • Repelente 	<ul style="list-style-type: none"> • Abono tanto para la misma planta como para otros tipos de sembrados • Obtención de bioetanol 	<ul style="list-style-type: none"> • Pellets para combustión • Obtención de bioetanol • Producción de carbón • Insumo para la producción de biogás 	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción de aceites para la obtención de biodiesel • Comida para animales • Obtención de bioetanol • Combustible para estufas y lámparas 	<ul style="list-style-type: none"> • Biodiesel • Cosméticos • Obtención de bioetanol • Producción de siliconas • Jabón

Imágen 6 - Subproductos y usos de la *Jatropha curcas L.*

La planta en el mundo

La *Jatropha curcas L.*, originaria de América Central, se ha difundido por otras regiones tropicales como Colombia, Brasil, Perú, Ecuador, Costa Rica, México, Honduras, África, India, entre otros, donde el clima y los terrenos son similares, y en todos ellos se le da el mismo uso.



Imagen 7 - Ubicación de la *Jatropha curcas L.* en el mundo

Distribución geográfica en Colombia

El cultivo de *Jatropha curcas L.* en Colombia está en sus inicios y es por ello que sólo existen aproximadamente 135,5 hectáreas sembradas, las cuales se encuentran en los departamentos de Vichada, Choco, Santander, Cauca, Antioquia, Cesar y Nariño. Vale la pena resaltar que en algunos de éstos departamentos una de las razones de peso para la siembra de *Jatropha curcas L.* es la capacidad que tiene la planta para recuperar suelos degradados por la minería.

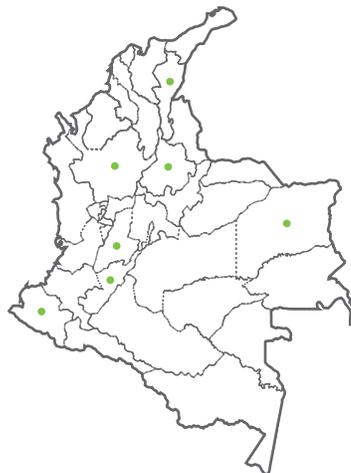


Imagen 8 - Ubicación de la *Jatropha curcas L.* en Colombia

“No aprendemos, y lo que llamamos
aprendizaje es sólo un proceso de recolección”

Platón

Capítulo

Investigación de los procesos

Los procesos agrícolas se desarrollan en secuencia; comienza por la recolección de la cosecha y llega a transformaciones específicas denominadas post cosecha, medio por el cual se convierte la materia prima extraída del ambiente natural en un producto comercializable.

Éstos procesos pueden ser realizados de manera manual, manual-mecánica y mecanizada, y la forma de selección del proceso adecuado depende principalmente de cinco factores: tipo de cultivo, características de la planta, tipo de terreno, mano de obra y factores económicos, haciendo que de éstos procesos dependa tanto la calidad del producto final como el costo de producción.

Cosecha

Descripción

Es el proceso agrícola por el cual se recolectan los frutos de un sembrado determinado. En aquellos con características industriales es común encontrar que es realizado de manera automatizada y con maquinaria pesada; sin embargo, esto trae repercusiones, tanto para la planta como para los suelos donde se encuentra sembrada.

En cuanto a la *Jatropha curcas L.*, el proceso de recolección está aún en desarrollo. Debido a que el fruto de ésta planta no madura de manera simultánea, la cosecha se realiza de manera manual, lo que significa un elevado costo para los propietarios del cultivo, ya que requiere de más operarios y mayor tiempo.



Imagen 9 - Recolección manual y herramientas

Características

- La recolección puede darse de manera manual, manual-mecánica o mecanizada.
- Incluye un equipo de trabajo.
- Prevé la cantidad de frutos (en peso) que un operario va a manejar, relacionado directamente con el área y el tiempo de trabajo.
- Determina cómo se va a transportar la cosecha hasta el lugar donde ésta va a ser transformada.
- Identifica el periodo en que el fruto está lo suficientemente maduro para ser recogido.
- Determina los periodos del año en los cuales se produce la recolección.

Estado actual de la cosecha de *Jatropha curcas* L. en Colombia

Actualmente, en Colombia la cosecha de la *Jatropha curcas* L. se realiza de manera rudimentaria, lo que sugiere un proceso totalmente manual. Éste cultivo lleva poco tiempo en el país, el área sembrada está en proceso de expansión y los avances en cuanto al mismo han sido muy lentos. Es por ello que la recolección de frutos es manual y está bajo la influencia del sembrado de café.



Imagen 10 - Recolección del fruto de *Jatropha curcas* L.²

²Imagen tomada de "Manual de recolección de semillas de plantas silvestres", pag 32.

Estado del arte de la cosecha de la *Jatropha curcas* L.

Actualmente se está buscando la manera de mecanizar el proceso de la cosecha para la reducción de costos, por lo que se realizan comparaciones frente a cosechas mecanizadas en plantaciones similares con frutos semejantes, como por ejemplo las aceitunas, con el fin de emplear esas tecnologías en éste sembrado o hacer una mezcla entre ellas.

La recolección manual del fruto a pesar de ser más costosa trae beneficios para la planta. A continuación se ilustra una tabla con datos de recolección manual en diferentes países.

País	Kg semilla / Día
Nicaragua	50 - 80
Tanzania	52
India	64
Sudán	24
Indonesia	60
Congo	40 - 50
Brasil	48
Honduras	40

Imagen II - Datos de recolección manual en otros países¹

Se puede ver la diferencia del promedio de productividad en cada país aplicando la recolección manual. Las variaciones entre uno y otro país se debe principalmente a las horas de trabajo, la eficiencia de los operarios, el clima y la densidad del sembrado.

En cuanto a la recolección mecanizada encontramos los siguientes procesos que son relevantes para la cosecha de la *Jatropha curcas* L.:

– **Agitador de árbol (sistema de paraguas invertido):**

Consiste en maquinaria pesada que sujeta la base del arbusto y la agita mediante vibraciones, los frutos maduros caen a una superficie cóncava (en forma de paraguas invertido) que lo almacena y lo traslada al lugar de transformación.

¹ Datos tomados de "The Jatropha Handbook", pag 40.



Imágen 12 - Sistema de recolección de paraguas invertido³

Éste proceso es utilizado principalmente en la recolección de aceitunas, pero tiene cabida en la cosecha de *Jatropha curcas L.* ya que los arbustos y frutos tienen características similares. Sin embargo, el peso de éste tipo de maquinaria suele compactar el suelo, causando erosión; además, no se tiene control sobre qué frutos caen, y debido a que los frutos de la planta no maduran de manera simultánea se produciría pérdida de semilla.

- Instalación de redes en la base de los arbustos:

Éste método consiste en la recolección de frutos que al alcanzar su estado de madurez caen al suelo, evitando pérdida de los mismos.



Imágen 13 - Sistema de recolección de redes en la base⁴

³ Imágen tomada de la página oficial de Aceite Amanda
<http://www.aceiteamanda.com/vibrador-con-paraguas-invertido/cosecha-aceituna-2010-002/>

⁴ Imágenes tomadas de "Recolección mecánica de albaricoque Búlida para la industria", pag 33,36.

– Aspiradoras:

Consiste básicamente en aspirar las semillas del suelo. Para la implementación de éste proceso se tendría que contar con exceso de maduración del fruto, lo que implicaría pérdida de aceite en la semilla a causa de la deshidratación excesiva. Además, se debe tener en cuenta el problema que se presentaría si alguna de las semillas caídas empieza a germinar descontroladamente.



Imagen 14 - Sistema de recolección por aspiración⁵

Entonces, se pueden ver los dos extremos en éste proceso: actividades totalmente manuales y rudimentarias vs. actividades completamente mecanizadas; ambos con características positivas y negativas para el cultivo a que han sido asignados. Sin embargo, para el caso de la *Jatropha curcas L.* se han hecho adaptaciones de éstos sistemas como solución rápida a la cosecha, sin pensar detenidamente en la particularidad del caso.

⁵ Imágen tomada de "Ingeniería y Café en Colombia", pag 103.

Postcosecha

Se define como todos los procesos que se realizan después de la recolección hasta que se llega a la obtención del producto final.

Para el caso específico de la *Jatropha curcas L.* se han definido los siguientes procesos de manera secuencial:

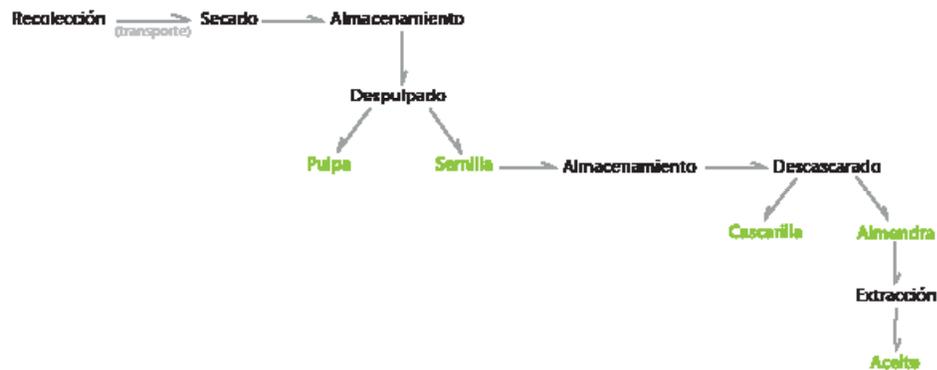


Imagen 15 - Procesos realizados para la obtención del producto final y subproductos

Características

- Los procesos de post cosecha son secuenciales, es decir, si el primer proceso es realizado de manera eficaz, el siguiente tendrá la materia prima necesaria y suficiente para desarrollarse de ésta misma manera.
- Una buena gestión en la post cosecha permite, además de minimizar pérdidas, valorar mejor los productos y subproductos agrícolas comercializados.
- El buen manejo del producto en cada etapa del proceso permite mantener la buena calidad del mismo hasta el final de la cadena, donde se convierte en un atractivo para el consumidor y así mismo estará dispuesto a pagar un precio más alto por la materia prima.

Operaciones postcosecha	Tecnologías tradicionales	Tecnologías intermedias	Tecnologías industriales
Presecado	En la planta o en montón	Manual y mecánica	
Almacenamiento en espigas	En graneros tradicionales	En trojes o en montón	
Trilla	Manual	En trojes	Mecánica
Prelimpieza	Manual	Mecánica	Mecánica
Secado	Natural	Artificial	Artificial
Limpieza y selección	Aventamiento manual	Mecánicos	Mecánicos
Almacenamiento en grano	En graneros tradicionales	En sacos o a granel	En sacos o a granel Mecánica
Transformación	Manual	Mecánica	

Imagen 16 - Tecnologías implementadas en las operaciones de post cosecha⁶

Descripción y estado de los procesos

- Transporte:

Es el medio por el cual se lleva la materia prima al lugar de transformación. Esto incluye específicamente el traslado desde:

- La recolección hasta el lugar de secado.
- El secado hasta el lugar de almacenamiento.
- El almacenamiento hasta el lugar de transformación.

En Colombia, desde la recolección hasta el lugar de acopio es el operario quien se encarga de ésta tarea; cargando hasta aproximadamente de 10 a 25 Kg (dependiendo de la época del año) y recorriendo distancias aproximadas de 3 a 8 Km. Aunque ésta técnica de transporte es válida, requiere de mucho tiempo, y si se tiene una plantación muy grande es necesaria la contratación de más personal.

⁶Datos tomados de "La ingeniería agraria en el desarrollo: Manejo y tratamiento de granos poscosecha"

Además de ocasionar lesiones físicas en los operarios que transportan altas cantidades de peso cada día, también implica un impacto social negativo en cuanto a términos de salud se refiere.

– **Despulpado:**

Es el primer proceso de transformación física. Consiste en separar el fruto de la semilla, dejando los dos primeros subproductos en esta cadena: la pulpa y la semilla.

Actualmente en Colombia, éste proceso se desarrolla de manera completamente manual. Cada operario es encargado de despulpar la cantidad de fruto que ha cosechado, sin emplear ninguna herramienta especial para ésta actividad; de hecho, la habilidad para despulpar se ha magnificado ya que es una actividad repetitiva y la aprenden empíricamente.



Imagen 17 - Proceso de despulpado de la Jatropha curcas L.

El proceso de despulpado podría ser mecanizado fácilmente para agilizar el tiempo que cada operario invierte en éste paso, además ayudaría a evitar las alteraciones y problemas motores en las articulaciones de ellos, que se presentan por movimientos repetitivos sin control y ni adaptaciones ergonómicas.

Es por ello que encontramos despulpadoras industriales de gran tamaño. Como ejemplo particular tomamos la despulpadora industrial diseñada por el proyecto “Tempate” en León, Nicaragua:

“Esta máquina se compone por un motor diesel de 8 HP, una malla que provoca el rozamiento entre la fruta causando su separación. Tiene una capacidad de 1000 kg de fruta fresca por hora. Las dimensiones máximas son de 70x100x150 y pesa aproximadamente 120 Kg.”



Imágen 18 - Proyecto Tempate⁷

– **Secado:**

El secado es de los procesos más delicados que se desarrolla durante la post cosecha. Si se planea realizar un secado natural de buena manera, hay que analizar la cantidad de humedad que tiene el grano y qué porcentaje de humedad tiene el ambiente donde se va a realizar el proceso.

En Colombia por ser tan rudimentario, estos análisis o estudios no se han elaborado en detalle, repercutiendo negativamente en el rendimiento de la semilla en cuanto al contenido de aceite que se pueda extraer al final de la cadena de procesos de transformación. No existe un cálculo de hasta qué punto exactamente y cuanto tiempo se debe dejar secar la semilla para que se evapore sólo el contenido de agua que ella posee y no el aceite, obteniendo entonces una reducción excesiva de la semilla y por lo tanto, pérdida de aceite.



*Imágen 19 - Secado de la semilla de la *Jatropha curcas* L.*

⁷Imágen tomada de "The Jatropha Handbook", pag 34.

A nivel mundial, éste proceso se realiza de manera artificial para evitar riesgos de hongos en el almacenamiento, logrando así el porcentaje de humedad indicado que requiere la semilla según el lugar donde se encuentre. Sin embargo, realizar el secado de ésta manera es igualmente muy costoso, lo que implica una inversión más alta por parte del agricultor.

El secado artificial generalmente se realiza en los silos donde se almacena la semilla y existen principalmente tres tipos:

- A baja temperatura:
Generalmente, la temperatura se encuentra entre los 5°C y 8°C por encima de la temperatura ambiente. El tiempo de secado depende de la cantidad de humedad que tenga la semilla y de la humedad del ambiente. Éste proceso podría durar varios días ya que se realiza con un quemador de bajas calorías dentro del silo.
- A temperatura media:
Para semillas con alto contenido de aceite lo ideal es mantener una temperatura por debajo de 60°C grados.
- A alta temperatura:
La temperatura debe estar por encima de los 60°C. Para éste tipo de secado es necesario un sistema de rocas que se mueven a través de las semillas para homogenizar el aire caliente, ayudando también a la extracción de vapor que se vuelve intensa.



Imágen 20 - Silos de secado⁸

⁸Imágen tomada de la página oficial de ARMCO STACO
<http://www.armcostaco.com.br/armco/Espanhol/lisProdutoArmaz.php?PHPSESSID=f3ab09e553cb2736c4da3be905dcd49c>

– **Almacenamiento:**

Es el proceso que requiere mayor cuidado, ya que el mal manejo de las semillas en éste paso representa el mayor riesgo de pérdida de producto.

Para el buen almacenamiento es importante conocer el grado de humedad que tiene la semilla o el fruto. El tiempo de secado es el influye en la buena realización de éste proceso ya que si se almacenan con un grado de humedad inadecuado las pérdidas a causa del estado físico serán mayores, presentando plagas y agentes no deseados. Una de las plagas que puede atacar a un producto mal almacenado es el moho (hongos).

En los sembrados colombianos de *Jatropha curcas L.* la semilla se almacena en costales de yute o de polipropileno.

Los costales de yute natural han sido utilizados en el almacenamiento desde mucho tiempo atrás, gracias a su flexibilidad y capacidad que tiene de conservar granos. Sin embargo, han sido reemplazados por costales de polipropileno o rafia debido a sus propiedades higiénicas y a su bajo costo; también presentan versatilidad en el tejido por el proceso productivo por el que pasan, lo cual es beneficioso dependiendo de las características del producto a almacenar.



Imagen 21 - Costal de yute y de polipropileno

En Colombia la pulpa no se almacena, ya que ésta pasa directamente a un tratamiento para convertirla en compost que retornará nuevamente a las plantas.

La razón por la cual se almacena la semilla es porque en los sembrados colombianos hacen falta recursos para instalar plantas extractoras; algunos comercializan la semilla o simplemente la envían al lugar de extracción para que ésta pueda ser procesada.

En cuanto al almacenamiento del aceite, se utilizan tanques de 1 tonelada, que son usados de la misma manera para el transporte.



Imágen 22 - Almacenamiento y transporte de aceite

– **Descascarado:**

Es aquí donde se separa de la semilla la cascarilla y la almendra, obteniendo otros dos subproductos.

Actualmente en Colombia no se realiza éste paso, ya que se realiza la extracción del aceite de la semilla completa y una vez extraído el aceite, se aprovechan los residuos para la obtención de bioetanol. Sin embargo, se desperdicia la almendra, que es un recurso muy importante utilizado como comida gracias a su alto contenido de proteínas.



Imágen 23 - Separación de cascarilla y almendra

– **Extracción:**

El propósito de éste proceso es transformar la materia prima cosechada al producto final, que en este caso es aceite a partir de la semilla de *Jatropha curcas L.* Puede realizarse de manera mecánica, por presión o por solventes, y en el mejor de los casos se aplican ambas.

Actualmente, en Colombia se están realizando investigaciones sobre la mejor forma de extracción para realizar el desarrollo adecuado de éste proceso. Sin embargo, los costos de investigación son elevados y por ende la mejor opción es la importación de maquinaria para el desarrollo industrial; o como se había mencionado, trasladar la semilla hasta una planta especializada en extracción.



Imagen 24 - Extractora de aceite de semillas oleaginosas

“Diseñada por la empresa NATIONAL ENG de Korea, especialistas en maquinaria para extracción de aceite de semillas oleaginosas. Ésta máquina de 200 kilogramos tiene la capacidad de extraer 100 kilogramos de aceite por hora, con una tasa de extracción del 95%.”

“La cultura es, en primer lugar, expresión de una nación, de sus preferencias, de sus tabús, de sus modelos”

Frantz Fanon

4

Capítulo

Contexto

El Municipio costero nariñense Olaya Herrera fue fundado el 30 de noviembre de 1975. Se encuentra ubicado al noroccidente del departamento de Nariño y el casco urbano del municipio se encuentra en la unión de los ríos Satinga y Sanquianga, recibiendo el nombre de Bocas de Satinga.



Imágen 25 - Ubicación de Bocas de Satinga en el mapa

Cuenta con un área de 2,929 Kilómetros cuadrados: la extensión del área urbana es de 1500 Kilómetros cuadrados y el área rural es de 1,429 Kilómetros cuadrados. La temperatura promedio es de 26 grados Celsius, con una humedad de más del 80%.

El terreno del municipio se caracteriza por tener valles y colinas, las cuales tienen una capa vegetal de aproximadamente 10 centímetros de profundidad, lo que hace a éstas tierras muy fértiles.



Imágen 26 - Ubicación de Bocas de Satinga en el mapa

Tiene una población aproximada de 27.251 habitantes de los cuales el 94,8% se auto reconocen como afro descendientes y el 3,7% restante son indígenas.

El porcentaje de hombres en la región es de 52,2%, es decir que la diferencia en cantidad de géneros no es muy grande.

El nivel de escolaridad en esta región es muy bajo; el 44,3% ha alcanzado el nivel de básica primaria, tan solo el 0,5% ha alcanzado una educación profesional y un 32,7% no han recibido ningún tipo de escolaridad.

Actividad económica

Actualmente, en el municipio se encuentran tres fuentes de actividad económica muy marcadas:

- La madera: se extrae del bosque Guandal, ubicado en la parte alta de los ríos Satinga, Sanquianga, Patia el viejo y Patia grande. Es la operación de mayor importancia mercantil según el censo del 2005.
- La Pesca: Es la actividad realizada para el abastecimiento de comida en la zona, generalmente realizada por los hombres mayores, quienes instruyen a los más jóvenes para seguir con la tradición de pesca en este sector, evitando la pérdida de conocimientos en las técnicas de pesca.
- La agricultura: Los productos principalmente cultivados son el plátano, el arroz, el cacao, la naranja y el maíz, con los que se abastece el municipio y zonas aledañas. Es aquí donde el sembrado de *Jatropha curcas* L. está tomando fuerza, ya que proporciona un recurso importante para el país, ayudando al desarrollo industrial de la zona sin desplazar cultivos importantes del lugar. Ésta es una actividad en la que se involucran tanto hombres como mujeres.



Imagen 27 - Agricultura como actividad económica

Agente

Hombre o mujer afro descendiente o indígena, de edades entre 18 y 62 años, que realice como principal actividad económica la agricultura y tenga conocimiento previo sobre ésta labor; que sea cabeza de familia y habite en el municipio de Olaya Herrera, con el fin de compartir los conocimientos sobre las técnicas de cultivo, convirtiendo ésta actividad en una labor familiar.



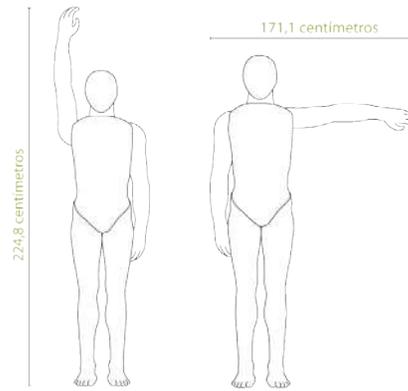
Imágen 28 - Agente

Análisis ergonómico y antropométrico

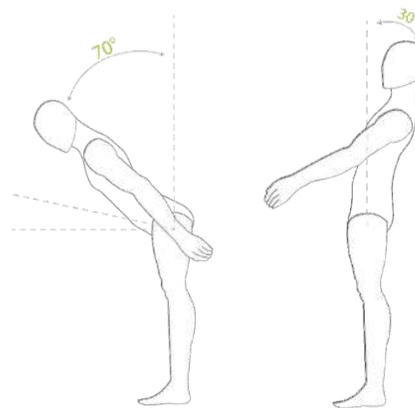
Cosecha

- Recolección:
 - Funciones del hombre:
 - Determinar el estado del fruto
 - Función de la máquina:
 - Separar el fruto de la planta:

La altura máxima de la planta es de dos metros, es decir que una persona promedio (hombre 1,72 metros y mujer 1,65 metros) debe alzar su brazo para alcanzar los frutos más altos y agacharse para acceder a los que estén más cerca del suelo.



Imágen 29 - Extensión superior y extensión lateral

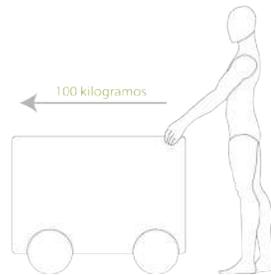


Imágen 30 - Flexión e hiperflexión



Imágen 31 - Proximidad con la planta

- Contener el fruto:



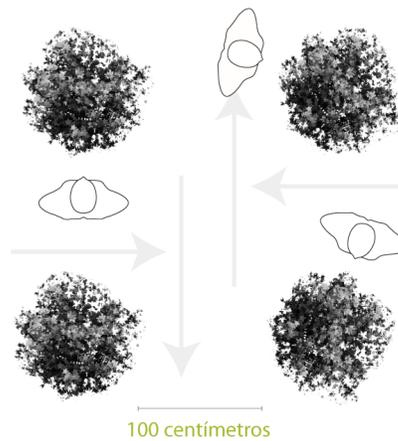
Imágen 32 - Peso máximo de empuje



Imágen 33 - Peso máximo de carga

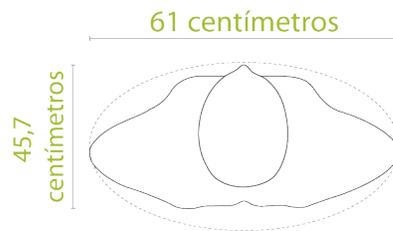
Post cosecha

- Transporte:
 - Funciones del hombre:
 - Determinar cuanto peso puede mover
 - Funciones de la máquina:
 - Facilitar el movimiento

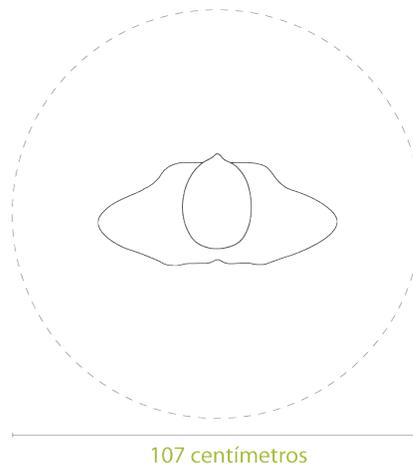


Imágen 34 - Amplitud de los surcos

El ancho máximo de hombros es de 61 centímetros y la profundidad del cuerpo promedio es de 45,7 centímetros determinando la zona de tope de la elipse corporal (zona de contacto). La zona de confort personal se obtiene aumentando la zona de tope a 106,7 centímetros de diámetro, para un desplazamiento sin tropiezos.



Imágen 35 - Zona de tope



Imágen 36 - Zona de confort

– Despulpado:

• Funciones del hombre:

- Revisión del fruto
- Revisión de la semilla

Para las acciones del hombre tenemos la selección de fruto y semilla aptos para continuar los procesos de post cosecha. Para esta selección es necesario que la persona tenga conocimiento previo sobre las características físicas del fruto y la semilla, para que pueda ejercer bien este proceso.

• Funciones de la máquina:

- Separar el fruto de la semilla

En cuanto a las acciones de maquinaria, se debe trabajar con la resistencia del fruto y la fuerza que cada persona debe ejercer, por la cantidad de horas que trabaja al día. Por observación, se sabe que en este paso las partes del cuerpo más usados son los brazos y las manos para lograr una mayor precisión en esta actividad. Sin embargo los daños causados por movimientos repetitivos se ven reflejados a lo largo del tiempo.

"El papel es un dios con dos espaldas para
cargar las ideas del hombre"

Omar Rayo

Capítulo

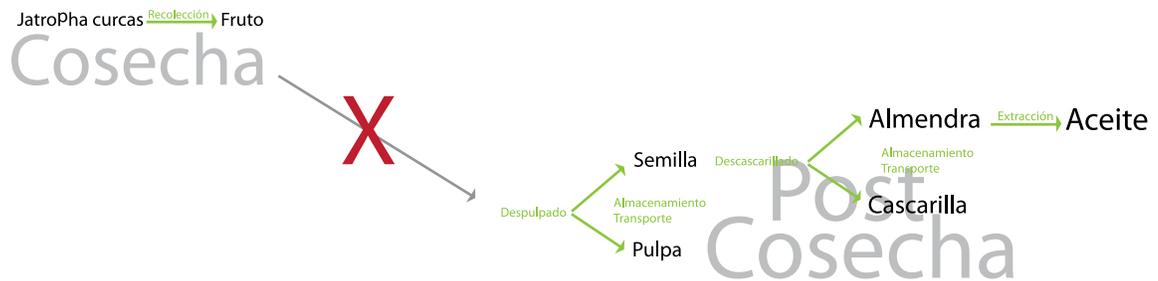
Marco
conceptual
Ólea

El cultivo de *Jatropha curcas L.* en Colombia, como anteriormente se mencionó, no tiene mayor desarrollo en cuanto a procesos agrícolas se refiere. Es por ello que la mayoría de procesos son realizados de manera rudimentaria, sin mayor control en cuanto a factores humanos, a diseño y a desarrollo de maquinaria y herramientas; no se tiene en cuenta el nivel de productividad y eficiencia que se requiere para que no se generen pérdidas.

También se debe tener en cuenta que la influencia que tiene el sembrado de café en éste tipo de plantación se manifiesta en la manera en que se realizan los procesos y el orden que éstos tienen dentro de la cadena de transformación del fruto o semilla. Hay algunos procesos que a pesar de no ser necesarios dentro de la cosecha y post cosecha de *Jatropha curcas L.* son realizados sólo por aplicar los mismos pasos que se realizan en la transformación del café.

En éste punto es donde encontramos la importancia de la investigación, siendo el diseño industrial el principal agente para pasar de una cadena de transformación genérica a una propia de éste tipo de sembrado.

Actualmente, el sembrado de *Jatropha curcas L.* se maneja de la siguiente forma:



Imágen 25 - Proceso actual de cosecha y post cosecha en el sembrado de *Jatropha curcas L.*

Por tanto, se puede percibir una desconexión entre la cosecha y post cosecha en cuanto a la continuidad de la cadena de transformación, lo cual genera la percepción de éstos procesos por aparte y no como una unidad.

Es de suma importancia que éstos dos procesos se conciban conectados directamente para evitar tiempos muertos, exceso de esfuerzo por parte del operario y desperdicio de espacio, y generar así reducción de costos de producción y eficiencia en los sembrados.

A partir de esto hemos llegado a la siguiente hipótesis:

*“A través de la modificación de herramientas utilizadas en los procesos de recolección, transporte y despulpado, se genera una conexión entre cosecha y post cosecha del sembrado de *Jatropha curcas* L., optimizando la productividad”*

Determinantes

- Características del fruto
 - Peso del fruto y de la semilla
 - Tamaño del fruto y la semilla
 - Consistencia del fruto
 - Estado de madurez del fruto

- Contexto
 - Características del suelo
 - 10cm de capa vegetal
 - Fangosidad
 - Características del terreno
 - Montañoso
 - Resbaloso
 - Inconsistencia
 - Amplitud de los surcos

- Características climáticas
 - Selva húmeda tropical
 - Humedad por encima del 80%
 - Rayos solares

- Características socioculturales
 - Cantidad de horas trabajadas
 - Aprehensión empírica de los procesos
 - Edad productiva
 - Género
 - Características físicas
 - Nivel de educación

- Características del proceso
 - Relación e interacción
 - Persona-herramienta
 - Herramienta-planta
 - Planta-persona

Requerimientos

- Debe soportar y almacenar un máximo de 1 bulto de fruto.
- Debe ser resistente a los impactos para evitar el maltrato del fruto.
- Debe ayudar a la identificación del fruto maduro.
- Debe tener un ancho máximo de 2/3 del tamaño del surco.
- La forma de transporte debe utilizar mecanismos para transitar por terrenos montañosos e irregulares, y debe tener mecanismos de tracción que permitan el agarre diversos suelos (capa vegetal, fangosidad, suelos lisos, asfalto).
- El material de fabricación debe ser impermeable para evitar corrosión y resguardar los frutos y las semillas del agua.
- Debe contar con cavidades para el porte de elementos de hidratación.
- El volumen máximo del objeto debe ser 210 centímetros cúbicos para ser manejado por una sola persona y cumpla con parámetros antropométricos.
- Debe realizar la recolección, el transporte y el despulpado simultáneamente para lograr la optimización en cuanto a tiempo, maquinaria y personal.

Concepto

“Multiplicar la acción”

Propuesta de diseño

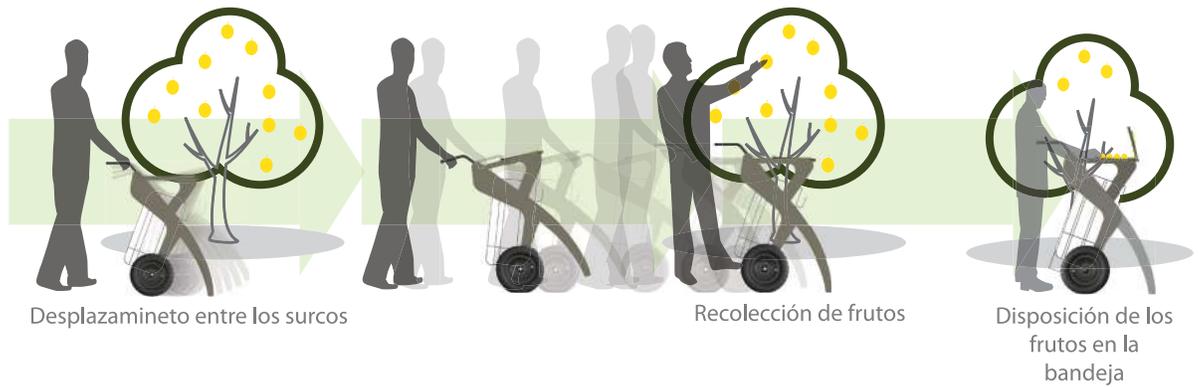


El elemento es el vínculo entre cosecha, transporte y despulpado.

El operario se desplaza empujando el elemento entre los surcos cosechando el fruto maduro, los deposita en la bandeja superior y una vez llena, baja el elemento de presión que realiza el proceso del despulpado, dejándonos la semilla y la pulpa.

Una vez realizado este paso, el operario separa la semilla, depositándola en uno de los costales inferiores y la pulpa en el otro costal. Agilizand así el proceso de despulpado y clasificación, dejándonos al final de la cosecha dos subproductos listos, que seguirán el curso de los procesos.

Secuencia de uso





El color amarillo se debe al color del fruto maduro, éste color le ayudara al operario a elegir sólo los frutos que se encuentren en esta categoría. Y al mismo tiempo le ayudara a separar la semilla en el paso del despulpe, ya que por ser de color café, resalta y su identificación es mucho más rápida.

Nuestro proyecto de diseño ayuda al operario a maximizar su potencial haciéndolo más productivo sin desplazarlo por maquinas automatizadas, incluyéndolo en el proceso y haciéndolo la parte más importante de la conexión creada para el buen curso de los procesos.

Beneficios

- Reduce los tiempos en la ejecución de los procesos de transporte, despulpe y clasificación, dejando como producto final de la secuencia de pasos los frutos despulpados, clasificados y transportados hasta el lugar de acopio.
- Aumenta la productividad en los cultivos de *Jatropha curcas* L. generando mayor cantidad de subproductos listo para comercializar en menor tiempo.
- Evita las atrofias en los operarios a causa de los movimientos no controlados de repetición y levantamiento inadecuado de peso excesivo.

Mercadeo del producto

Público objetivo

El público objetivo está compuesto por pequeños productores agroindustriales e instituciones de investigación que dedican sus actividades a la recolección y comercialización de *Jatropha curcas* L. o subproductos.

Los pequeños productores son establecidos por el número de hectáreas que poseen.

Actitudes y expectativas del público objetivo

Debido a la ubicación geográfica tan variada donde se encuentran los sembrados de *Jatropha curcas* L. en Colombia, el público objetivo conserva actitudes variadas. nuestro público objetivo de pequeños productores se divide básicamente en dos categorías:

1. Con un nivel de educación estimado en superior:

La oportunidad de adquirir ciertos conocimientos técnicos o profesionales permite que sean mucho más abiertos a los cambios y a realizar análisis de ventajas y desventajas en el producto ofrecido para garantizar la maximización de la labor de cosecha y post cosecha en el sembrado.

Desarrollan habilidades interpersonales y de expresión verbal adecuada para establecer relaciones en el ámbito agroindustrial, y por lo general residen en zonas urbanas.

2. Con un nivel de educación limitado:

Este tipo de productores se han encargado de realizar una buena gestión para que sus cultivos se mantengan o prosperen, esto logrado a través de la experimentación empírica en el manejo de sus tierras. La técnica la logran a partir de capacitaciones obtenidas en cursos donde aprenden a resolver problemas específicos de sus cultivos.

Éstas categorías plantean que las actitudes de ambos tipos de productores es diferente debido a la variación en el nivel de educación (en ciertos casos ventajosa), no obstante al hablar de expectativas coinciden en que la superación de problemas y capacitación va estrechamente ligado con fines económicos.

Segmentación del mercado

Existen varias variables con las cuales se puede trabajar la segmentación de mercado. En esta oportunidad se van a tener las dos variables más relevantes las cuales son la demográfica y la geográfica.

Variable demográfica

Edad	Mayor de edad (de 18 en adelante)
Sexo	Masculino y femenino
Nacionalidad	Colombiana
Raza	Todas las razas (multirracial)
Ocupación	Productor del sector agrícola
Educación	Primaria y superior

Variable geográfica

País	Colombia
Región	Vichada, Chocó, Santander, Cauca, Antioquia, Cesar, Valle del Cauca y Nariño
Clima	Cualquier tipo de clima y suelo

Cliente, usuario y consumidor

– Cliente:

Pequeños productores y centros de investigación los cuales busquen optimizar el proceso de cosecha y post cosecha en los sembrados de *Jatropha curcas* L. sus sembrados incluyendo una manera de realizar diversos procesos simultáneamente y en menor tiempo para obtener semilla y subproductos de una mejor manera y en menor tiempo. En ésta oportunidad, el cliente es el mismo público objetivo.

– Usuario:

Operarios que se encargan del proceso de cosecha y procesos de algunos procesos considerados dentro de la post cosecha como el despulpe y separación de semilla y pulpa.

Estas personas son subordinadas y trabajan bajo tareas establecidas por superiores y deben cumplir con cronogramas y fechas que concuerden con los tiempos de cosecha y postcosecha para tener los subproductos listos para comercializar a tiempo.

– Consumidor:

Son todas aquellas personas o entidades que se benefician de la obtención de subproductos. Como por ejemplo los dueños del cultivo, comercializadores o centros de investigación.

Mercado potencial

Actualmente, según el Ministerio de Agricultura Colombiano en conjunto con CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), los cuales son los que regulan y tienen toda la información de cuantas personas hay ejerciendo sus actividades en este tipo de cultivos, existen más de 35 pequeños agricultores a nivel nacional entre los cuales se encuentra Codecampo, la empresa con la cual se ha trabajado en éste proyecto y la cual ha brindado datos relevantes para la investigación.

Sin embargo, se pronostica que el número de personas interesadas en ejercer sus labores en este tipo de cultivos crezca en un 200% para el 2020.

Esto quiere decir que actualmente 35 productores estarían en disposición de comprar el producto en más de una unidad. Esto se debe a que comprarían 1 por cada 3 hectáreas en las que realicen procesos de cosecha y post cosecha.

Competencia

Actualmente no se cuenta con un sistema industrializado que permita generar un vinculo entre la cosecha y post cosecha en el sembrado de *Jatropha curcas* L. para que los procesos se realicen de manera más optima en menos tiempo.

Sin embargo, actualmente se realiza un paso a paso, y en cada uno de ellos se cuentan con elementos que ayudan a la realización de los procesos.

- Cosecha: se realiza de manera manual y una vez recogidos los frutos del árbol, se depositan en costales.

- Transporte: el transporte de los costales desde el sembrado hasta el lugar de acopio se hacen contando con la fuerza de cada uno de los operarios, ya que ellos realizan esta actividad poniendo a cuestras los costales y caminando hasta el lugar de acopio.
- Despulpe: esta tarea también se realiza de manera rudimentaria despulpando fruto por fruto para posteriormente separar la pulpa de la semilla y tener dos subproductos listos para seguir la cadena de producción.

Análisis del producto

Nombre ÓLEA, Optimización del proceso de cosecha y post cosecha del sembrado de *Jatropha curcas* L. para la obtención y disposición de subproductos

Logo



El logo representa el proceso de maduración del fruto y las tres semillas con las que cuenta el mismo

Descripción El producto es un sistema integrado de recolección, despulpe, clasificación y transporte de subproductos, que permite la realización de varias tareas simultáneamente de manera más optima generando un vinculo entre dichos procesos.

- Beneficios**
- Se vinculan 3 procesos en un solo elemento: despulpado, clasificación y transporte.
 - Evita lesiones en los operarios a causa de procesos realizados de manera inadecuada o movimientos repetitivos sin control.
 - Puede ser manipulado por hombres y mujeres sin necesidad de realizar algún esfuerzo adicional.
 - Hay un manejo adecuado tanto del fruto como de los subproductos obtenidos debido a la estandarización de los procesos.

Ventaja competitiva ÓLEA es el único sistema de recolección, despulpe, clasificación y transporte industrializado en el mercado, el cual ofrece una mejora en la calidad de vida de los operarios y una optimización en el sembrado para los pequeños agricultores, ofreciendo un aumento en el nivel de productividad que se tiene actualmente.

Análisis de costos

El éxito del cumplimiento de entrega de los productos es en gran parte responsabilidad de los proveedores, con los cuales es necesario tener una buena comunicación y una excelente relación para que se genere un ambiente de trabajo adecuado para mostrar las conformidades e inconformidades con los insumos para la construcción de productos.

Dentro de los proveedores que se trabaja en "Ólea" encontramos:

- Ferretería Silver
- Accesorios tornicenter
- Metalsa
- Dario Mejía y Cia. Ltda.
- Homecenter

Establecimiento de precio

Costos totales: \$370,403.23

Rentabilidad: 15%

Precio: 425963.715

ver tabla de costos

Glosario

- Acopio: Lugar donde se junta, reúne en cantidad algo, y más comúnmente granos, provisiones.
- Compost: Producto que se obtiene del compostaje, y constituye un “grado medio” de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono.
Edafoclimática: Perteneciente o relativo al suelo y al clima.
- Cóncavo-va: Dicho de una curva o de una superficie: Que se asemeja al interior de una circunferencia o una esfera.
- Consistencia: Duración, estabilidad, solidez.
- Erosión: Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos.
- Granel: Dicho de cosas menudas, como trigo, centeno; sin orden, número ni medida.
- Monoico-ca: Dicho de una planta: Que tiene separadas las flores de cada sexo, pero en un mismo pie.
- Oleaginosa: Aceitoso.
- Periférico-ca: Espacio que rodea un núcleo cualquiera.
- Polipropileno: Polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno.
- Rafia: Fibra tenaz y gruesa, usada en la industria del cordado y de artículo de tejido.
- Rudimentario: Primeros estudios de cualquier ciencia o profesión imperfectamente desarrollados.
- Silos: Estructura diseñada para almacenar granos y otros materiales a granel.
- Surco: Espacio entre planta y planta.
- Temperatura ambiente: Para cálculos científicos, la temperatura ambiente es usualmente tomada como 25 grados Celsius.
- Trilla: Instrumento para trillar.
- Yute: Materia textil.

Bibliografía

Libros

CALERO PÉREZ, Roque; CARTA GONZÁLEZ, José Antonio. Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros. España: McGraw-Hill. Primera ed. 1998.

HARRIS, Ambrose. Fundamentos del diseño gráfico. España: Norma. Primera ed. 2009.

LUCIA, M De; ASSENNATO, D. La ingeniería agraria en el desarrollo: Manejo y tratamiento de granos poscosecha. Italia: FAO, MAY 1993.

OSPINA MACHADO, Julio Ernesto. Características físico mecánicas y análisis de calidad de granos. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2001.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Barcelona: Editorial Gustavo Gil, SL Roselló. 1983

RAMÍREZ CASSAVA, Cesar. Ergonomía y Productividad. México: Limusa. Segunda edición. 2008.

SAMPIERI HERNÁNDEZ, Roberto; COLLADO FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill. Cuarta edición. 2006.

Manuales

BARON, Sherry; ESTILL, Cheryl F.; STEEGE, Andrea; LALICH, Nina. SIMPLE SOLUTIONS: ergonomics for farm workers [En línea]. 2001. [Citado en 21-feb-2012].
Disponibile en internet: <http://sfp.ucdavis.edu/Pubs/articles/tipsheets.pdf>

ICONTEC. Compendio de normas de ergonomía: manipulación manual de cargas. Colombia, ICONTEC, 2010.

E. Apud; M. Gutierrez; S. Lagos; F. Maureira; F. Meyer; J. Espinosa. MANUAL DE ERGONOMIA FORESTAL [En línea]. 1999. [Citado en 10-feb-2012].
Disponibile en internet: <http://es.scribd.com/doc/8363844/Manual-de-Ergonomia-Forestal-APUD>

FACT. The Jatropha handbook. [En línea]. 2010. [Citado 29-feb-2012].
Disponibile en internet: http://www.snvworld.org/files/publications/fact_foundation_jatropha_handbook_2010.pdf

GOLD, Kate; LEÓN-LOBOS, Pedro; WAY, Michael. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres [En línea]. 2004. [Citado 26-mar-2012].
Disponibile en internet: http://www.4shared.com/office/AuDXStf0/botanica_forestal_-_manual_de_.html

HELLER, Joachim. Physic nut *Jatropha curcas* L. [En línea] 1996. [Citado 28-feb-2012].
Disponibile en internet: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Heller1996Jatropha.pdf>

OLIVEROS TASCÓN, Carlos; SANZ URIBE, Juan. Ingeniería y café en Colombia. [En línea]. 2011. [Citado 26-mar-2012].
Disponibile en internet: revistaing.uniandes.edu.co/pdf/A9%2033.pdf

TORREGROSA, A; MARTÍN, B; BERNAD, J.J; ORTIZ, C; ARAGÓN, R; CHAPARRO, O. Recolección mecánica de albaricoque Búvida para la industria [En línea]. 2007. [Citado 16-mar-2012].
Disponibile en internet: http://www.imida.es/docs/publicaciones/Recolec_Albaricoq.pdf

Revistas y artículos

CAF. Colombia: nota de análisis sectorial, agricultura y desarrollo rural [En línea]. 2006. [Citado 20-mar-2012].
Disponibile en internet: publicaciones.caf.com/media/1189/43.pdf

ELEPAÑO, Arnold R. Development of postproduction machinery for *Jatropha Curcas* seeds [En línea]. 2011. [Citado 20-feb-2012].
Disponibile en internet: <http://ovcre.uplb.edu.ph/index.php/videos/112-development-of-postproduction-machinery-for-jatropha-curcas-seeds>

INVERSIONES SAN MARTIN. Cultivo de *Jatropha curcas* y construcción de una planta de biodiesel en San Esteban, Olancho, Honduras [En línea]. 2006. [Citado 05-feb-2012].
Disponibile en internet: www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=odoc_9537_1_22062006.pdf

Anexos

Las siguientes son preguntas realizadas en las salidas de campo a los colaboradores:

1. ¿Cuáles son las herramientas que se utilizan en los procesos de cosecha y post cosecha de la *Jatropha curcas* L.?
2. ¿Qué daños son causados a las personas por el uso de estas herramientas que se emplean en el proceso?
3. ¿Cuántas personas participan en los diferentes procesos de la cosecha y post cosecha de la *Jatropha curcas* L.?
4. ¿Cuánto tiempo se demora cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la cosecha y post cosecha de la *Jatropha curcas* L.?
5. ¿Qué cantidad de semilla maneja cada operario en la cosecha y post cosecha de la *Jatropha curcas* L.?
6. ¿Cuántas semillas por hectárea se cosechan aproximadamente en una semana?
7. ¿De qué manera se transporta la semilla desde el lugar de recolección hasta el lugar de almacenamiento?
8. ¿Cuánto tiempo tarda un operario en transportar la semilla de *Jatropha curcas* L. desde el lugar de recolección hasta el lugar de almacenamiento?
9. ¿Cómo se clasifica la semilla de *Jatropha curcas* L.?
10. ¿Dónde se almacena las almendras, la cascaras y cascarillas después del proceso de selección de cada uno de ellos?
11. ¿Cuál es la cantidad de frutos que da la *Jatropha curcas* L. en un periodo de un mes?
12. ¿Cómo se identifica el fruto cuando está listo para ser cosechado?
13. ¿Cómo se ha desarrollado el sembrado de la *Jatropha curcas* L. en Latinoamérica?
14. ¿Cuál es el país con mayores avances en la siembra de *Jatropha curcas* L.?
15. ¿De qué manera realizan el proceso de cosecha y post cosecha en otros países?
16. ¿Qué herramientas son utilizadas para la realización de estos procesos en otros países?

17. ¿Cuáles son las diferencias entre los sembrados en Colombia y otros países? ¿En qué influye en la producción de semilla?
18. ¿Qué condiciones climáticas debe tener la semilla en el lugar de almacenamiento?
19. ¿Cuánto tiempo debe durar cada proceso que se realiza hasta la obtención de productos finales?
20. ¿Qué tipos de insumos son utilizados para la cosecha y post cosecha de la *Jatropha curcas L.*?