

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Intervención en las Condiciones Ergonómicas para
el Proceso de Producción de Semilla de Marañón.
Prototipo Semi-Automatizado de Descortezadora

Proyecto Multidisciplinario e Interregional
en Vínculo con Cooperativa APRAINORES

**DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:
INGA. ANA CECILIA ÁLVAREZ DE VENTURA**

**DOCENTE INVESTIGADOR ASOCIADO:
ING. RENÉ MAURICIO HERNÁNDEZ ORTIZ**

ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

FEBRERO 2017



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Intervención en las Condiciones Ergonómicas para
el Proceso de Producción de Semilla de Marañón.
Prototipo Semi-Automatizado de Descortezadora

Proyecto Multidisciplinario e Interregional
en Vínculo con Cooperativa APRAINORES

**DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:
INGA. ANA CECILIA ÁLVAREZ DE VENTURA**

**DOCENTE INVESTIGADOR ASOCIADO:
ING. RENÉ MAURICIO HERNÁNDEZ ORTIZ**

ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

FEBRERO 2017



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



Rectora

Licda. Elsy Escolar SantoDomingo

Vicerrector Académico

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo

**Dirección de Investigación
y Proyección Social**

Ing. Mario Wilfredo Montes, Director

Ing. David Emmanuel Ágreda

Inga. Lorena Victoria Ramírez de Contreras

Sra. Edith Aracely Cardoza

**Director Centro Regional
MEGATEC Zacatecoluca**

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes

621.5

A473i

sv

Álvarez de Ventura, Ana Cecilia, 1978-

Intervención en las condiciones ergonómicas para el proceso de producción de semilla de marañón, Prototipo semi automatizado de descortezadora : Proyecto multidisciplinario e interregional en Vínculo con Cooperativa APRAINORES / Ana Cecilia Álvarez de Ventura, René Mauricio Hernández Ortiz. - 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2017.
21 p. ; 28 cm.

ISBN : 978-99961-50-58-6

1. Maquinaria – mantenimiento y reparación
2. Aire comprimido. I. Hernández Ortiz, René Mauricio, 1952-, coaut. II. Título.

Autora:

Inga. Ana Cecilia Álvarez de Ventura

Coautor:

Ing. René Mauricio Hernández Ortiz

Docente de apoyo:

Ing. José Alfonso Ortiz Quintanilla

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2017

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de este informe de investigación no puede ser reproducido parcial o totalmente sin previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio web: www.itca.edu.sv

TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
2.2.	ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA	4
2.2.1.	MÁQUINA ACTUAL DE APRAINORES:.....	5
2.2.2.	PATENTES ESTUDIADAS	6
2.3.	JUSTIFICACIÓN	10
3.	OBJETIVOS	10
3.1.	OBJETIVO GENERAL:	10
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	10
3.3.	HIPÓTESIS	10
4.	MARCO TEÓRICO	10
4.1.	EL MARAÑÓN.....	10
4.2.	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	12
5.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	15
6.	RESULTADOS	15
7.	CONCLUSIONES	19
8.	RECOMENDACIONES	19
9.	GLOSARIO	20
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
11.	ANEXOS	20

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación aplicada se desarrolló en vínculo con la Asociación de Productores Agroindustriales Orgánicos de El Salvador, APRAINORES, enfocándose en la problemática de las condiciones ergonómicas en que trabajan los operarios cuando realizan el proceso de descortezado de la semilla de marañón. Se identificó que actualmente la técnica de descortezado puede mejorarse ergonómicamente, por lo tanto, es necesario implementar un sistema que ayude a aumentar la producción optimizando los recursos y garantizando la ergonomía en los puestos de trabajo para los operarios.

En la investigación se construyó un prototipo de un sistema semi-automatizado para la descortezadora de semilla de marañón, a partir de la máquina con la que cuenta. Esto con la finalidad de optimizar el uso de recursos y mejorar la productividad. A la máquina que utilizan actualmente se le adicionó un sistema neumático, que a base de dos pedales logra realizar el trabajo que el operario desarrolla utilizando una mano y un pie. De esta forma el operario fácilmente puede realizar el proceso sentado sobre un banco una silla. La propuesta del diseño de la nueva máquina, permitirá que se utilicen los recursos que la Asociación tenía en desuso, evitando costos adicionales en la implementación de tecnología y nuevas técnicas para su proceso de producción. El cambio en el diseño se realizó con el apoyo de la empresa Grupo Delpin, en su taller industrial, quien apoyo en el ensamble de la nueva máquina. Esta máquina deberá ser probada para revisar y evaluar el desempeño de la misma y realizar los ajustes técnicos o el cambio de tecnología.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Dentro del proceso de producción de la semilla de marañón se requiere descortezarla. El método de descortezado utilizado por la Asociación APRAINORES es con el apoyo de una máquina que se acciona manualmente, a través de una palanca y pedal, esto conlleva a una producción estándar y somete a condiciones de trabajo de los operarios, donde la ergonomía no es adecuada, puesto que deben permanecer sobre un pie entre 6 u 8 horas de trabajo, accionando una palanca con una mano, mientras la otra sujeta la semilla para ser abierta con unas cuchillas. Dicha máquina presenta limitantes porque es manual y el riesgo de sufrir lesiones e incluso amputaciones es inminente. Por otro lado, el proceso de descortezado es lento, un operario promedio está produciendo 300 libras de nuez de marañón al día.

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

Hay diferentes maquinas que se han diseñado para descortezar la semilla de marañón, en primer lugar, se detalla la máquina que actualmente utiliza la cooperativa APRAINORES, la cual consta de una guillotina que es accionada por un pedal, utilizando el pie y una palanca manual, esto genera que el operario permanezca realizando el descortezado de la maquina parado sobre un pie. En los anexos se refleja la imagen de la máquina que se está utilizando actualmente y como la opera el trabajador.

2.2.1. Máquina actual de APRAINORES:

El procedimiento de trabajo es el siguiente:

Paso No 1. El operario estando de pie, tiene uno de sus pies apoyado en la palanca que acciona la parte móvil de la máquina, tal como se observa en la fotografía No 2. El operario estando en esta posición, toma con su mano izquierda una de las semillas y la posiciona contra la cuchilla de la parte fija de la máquina, tal como muestra la fotografía No 1.

Paso No 2. El operario acciona la palanca que mueve la parte móvil de la máquina, para que la cuchilla se inserte en la cascara de la semilla. El operario no ha retirado la mano izquierda. (fotografía No 1)

Paso No 3. Con su mano derecha, el operario acciona la palanca que mueve la cuchilla de la parte fija de la máquina, para que esta en un movimiento de rotación, rompa el resto de la cáscara, donde no se ha cortado con ambas cuchillas. En este paso, el operario ya retiró su mano izquierda.

Paso No 4. Retrae la cuchilla móvil, accionando el pedal hacia atrás con el pie. Si parte de la cáscara queda retenida en alguna de las dos cuchillas, el operario la retira y la deja caer en el canal de evacuación.



Fotografía No. 1



Fotografía No. 2



Fotografía No. 3

2.2.2. Patentes estudiadas

Se realizó una investigación sobre la situación actual de la técnica, y en el Internet se encuentran patentes de máquinas mecanizadas para este proceso, pero presentan el inconveniente de la seguridad alimenticia, por el tipo de materiales utilizados y mantenimiento que se le debe de proporcionar a la maquinaria; ya que es alimento el que se procesa y se requiere que el mantenimiento sea periódico, y además se debe realizar un lubricado las piezas, esto puede provocar contaminación en la semilla, ya que se debe aplicar grasa en las piezas móviles para evitar desgastes en las mismas. A continuación, se enlistan una serie de patentes consultadas:

1. Maquina descortezadora de nuez de marañón. Estadounidense 4793248 (<https://www.google.com/patents/US4793248>)

Número de publicación	US4793248 A
Tipo de publicación	Concesión
Número de solicitud	US 07/156,327
Fecha de publicación	27 Dic 1988
Fecha de presentación	16 Feb 1988
Fecha de prioridad	16 Feb 1988
Tarifa	Caducada
Inventores	Wilfred C. Frederiksen , Sun Y. Kim
Cesionario original	Frederiksen Wilfred C , Kim Sun Y
Exportar cita	BiBTeX , EndNote , RefMan
	Citas de patentes (6), Citada por (17), Clasificaciones (6), Eventos legales (4)
Enlaces externos:	USPTO , Cesión de USPTO , Espacenet

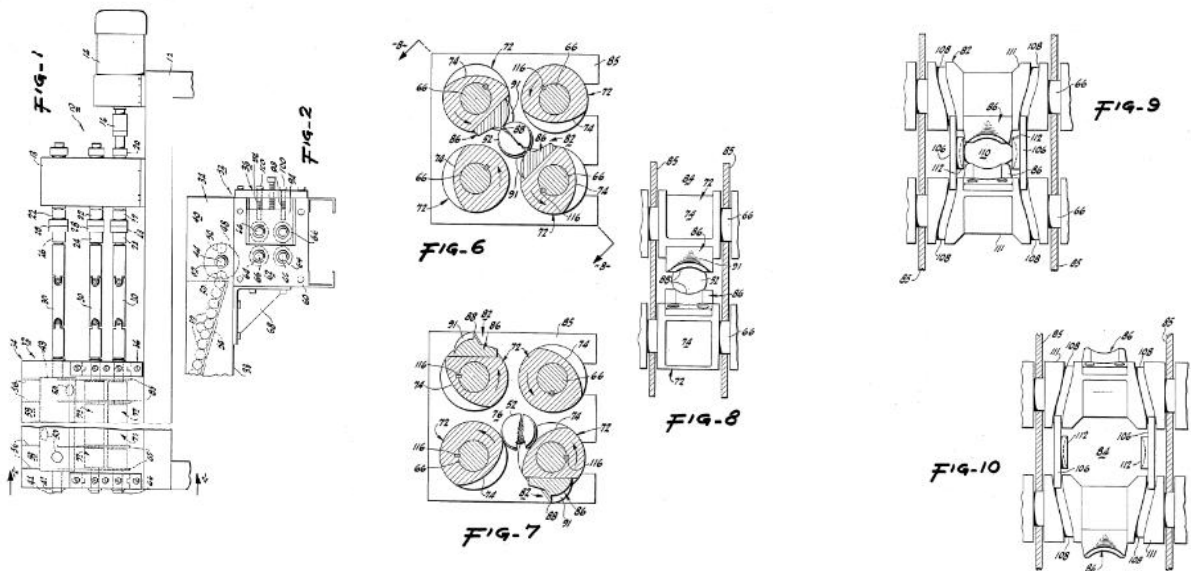


Fig.4. Esquemas de máquina descortezadora.

Una máquina de descortezado de nueces en la que un mecanismo de accionamiento giratorio opera mediante un mecanismo de alimentación rotativo y un mecanismo de descortezado rotatorio, teniendo el mecanismo de descortezado un bastidor con cuatro árboles dispuestos en pares espaciados, lado a lado, superior e inferior, teniendo los árboles lóbulos superficiales y hendiduras Para ensanchar y contraer el espacio efectivo entre el par superior y el par inferior de eje para aceptar y atrapar una nuez entre el par de ejes superiores y ejes inferiores, donde es presionado por un implemento de corte antes de que la envuelta y nuez pase entre el par de Ejes inferiores.

2. Maquina descortezadora de nuez. Estadounidense 3774526
<https://www.google.com/patents/US3774526>

Número de publicación	US3774526 A
Tipo de publicación	Concesión
Fecha de publicación	27 Nov 1973
Fecha de presentación	27 Abr 1971
Fecha de prioridad	27 Abr 1971
Inventores	Nemir C
Cesionario original	Caribbean Cashew Co
Exportar cita	BiBTeX , EndNote , RefMan

[Citas de patentes \(6\)](#), [Citada por \(3\)](#), [Clasificaciones \(6\)](#)

Enlaces externos: [USPTO](#), [Cesión de USPTO](#), [Espacenet](#)

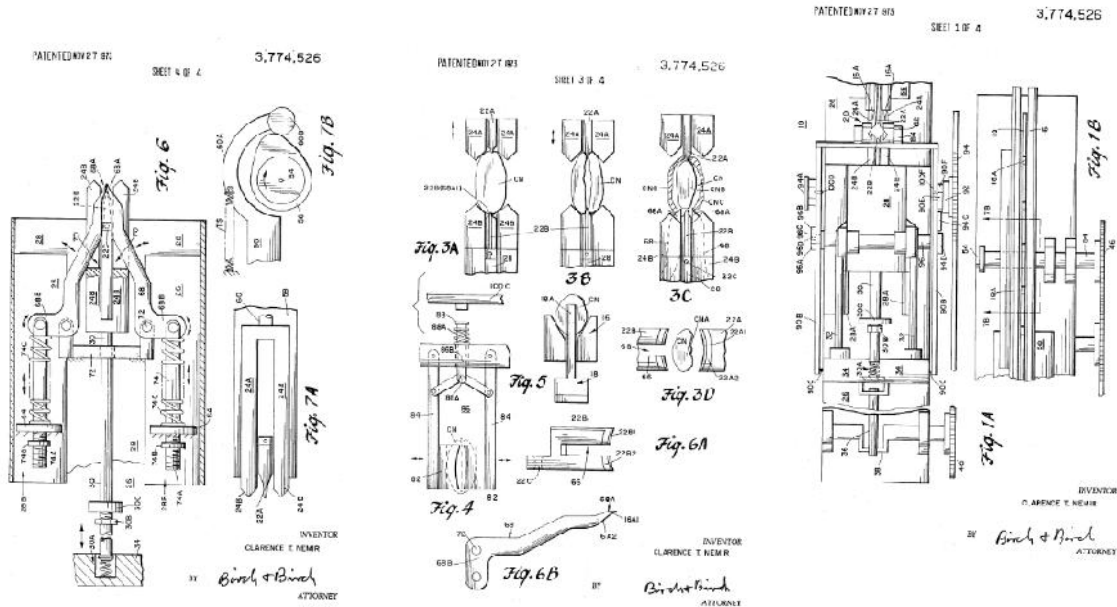


Fig. 5. Máquina Descortezadora.

Máquina de descascarado de nueces para el procesado continuo y automatizado de nueces de marañón. La máquina incluye una estación de proceso con cuchillas de corte que interactúan en oposición, guías de corte y un separador de cáscara asociado con una cuchilla de corte, un dispositivo de orientación y suministro nueces de marañón a dicha estación de proceso en una posición de ojo hacia abajo; Y un mecanismo de transferencia de nuez que toma una nuez a la vez desde el dispositivo de orientación y de suministro haciendo girar efectivamente los mismos 90° alrededor de la nuez "ojo" antes de colocarla entre las guías y las palas en la estación de proceso. Todos estos elementos de la máquina de procesado se accionan en sincronismo común desde una cadena de distribución común a través de levas, engranajes y / o excéntricas adecuados.

Esta máquina requiere que la semilla de marañón se someta a un proceso previo de tostado seguido de un secado controlado hace que las nueces o granos de marañón sean más frágiles que en estado bruto y el equipo actualmente conocido no puede efectuar el procesado de las nueces de marañón a menos que transcurra un período de tiempo muy corto entre el secado y el descascarado.

3. Máquina de descortezado de nuez de marañón. Estadounidense 1860746 (<https://www.google.com/patents/US1860746>)

Número de publicación	Un US1860746
Tipo de publicación	concesión
Fecha de publicación	El 31 de de mayo de 1932
Fecha de Presentación	5 Dic 1929
Fecha de Prioridad	5 Dic 1929
Inventores	Macdougall Hugh C
cesionario originales	Franklin compañía Baker
Exportar cita	BibTeX , EndNote , RefMan
	Por Citada (10), Clasificaciones (7)
Enlaces Externos:	USPTO , Cesión de la USPTO , Espacenet

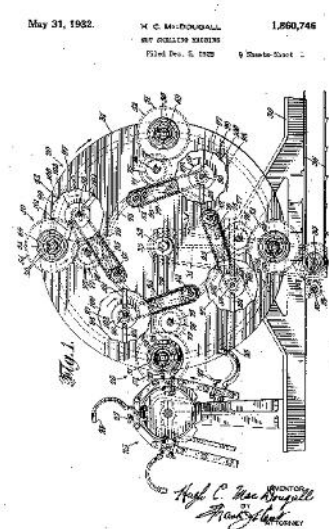
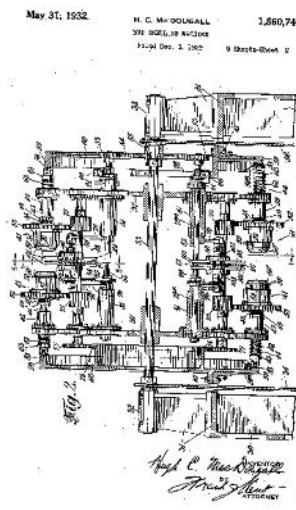
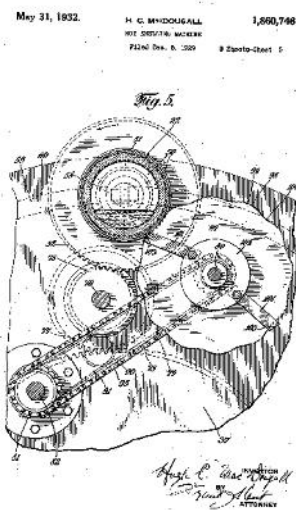


Fig. 6. Máquina Descortezadora.

La máquina tiene un mecanismo, capas de cortar por mitad las tapas de la nuez, mediante un mecanismo ranurado que agarra una semilla a la vez, luego pasa por unas navajas y unas pizas que separan las cáscara de la nuez seca. Mediante bastidores y poleas arrastradas por fajas y cadenas en poleas dentadas transporta la nuez separada de la cáscara. Al final se ve en la salida el fruto seco separado de la cáscara.

2.3. JUSTIFICACIÓN

El proceso de descortezado de la semilla de marañón, en la planta de producción de APRAINORES, utiliza métodos artesanales y manuales, los cuales presentan condiciones ergonómicas laborales que no son adecuadas para los operarios, estas pueden mejorarse interviniendo la máquina, de tal forma que sea semi automatizada.

El método limita la productividad en la producción que la empresa pueda tener, dado el volumen de materia prima que tienen que procesar. Se ve la necesidad de intervenir las condiciones ergonómicas, para que los operarios -optimizando dicho proceso y haciendo uso de tecnología de neumática, se logra mejorar la ergonomía de los operarios y optimizar el proceso de descortezado de la semilla de marañón.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL:

Optimizar el proceso de descortezado de semilla de marañón mediante la implementación de tecnología neumática, semi-automatizada mejorando las condiciones ergonómicas de los trabajadores.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Implementar un sistema para el descortezado de la semilla de marañón aplicando un sistema semi-automatizado para el proceso de descortezado de la semilla de marañón tomando en cuenta los recursos energéticos con los que dispone APRAINORES.
2. Diseño de un sistema neumático semi-automatizado para descortezar la semilla de marañón para APRAINORES
3. Construir el prototipo de una máquina semi-automatizada que descortece de forma óptima la semilla de marañón mejorando las condiciones ergonómicas de los trabajadores.

3.3. HIPÓTESIS

Al intervenir la maquina descortezadora de semilla de marañón incluyéndole un sistema neumático, se mejoraría la productividad en función de libras procesadas de semilla y se mejoraría las condiciones de trabajo de los operarios.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. EL MARAÑÓN.

El fruto del marañón está formado de dos partes (figura No 1): el seudofruto y la nuez. El seudofruto, en El Salvador es una fruta que se ingiere como tal, pero puede destinarse a la fabricación de mermeladas,

conservas en dulce, jaleas, gelatinas, vino, vinagre, jugos, etc. Según información de la Wikipedia, el seudofruto tiene un gran potencia comercial, pero sólo se procesa un 6 % de la producción actual ya que solamente hay garantía en venta en el mercado para las semillas, debido a que éstas tienen mucha mayor demanda, son relativamente duraderas y también a que hay poca información sobre el resto de los derivados del seudofruto.

El fruto real es la nuez, localizada en la parte externa del seudofruto y adyacente a este. Es de color gris con forma de riñón, duro y seco de unos 3 a 5 cm, donde se aloja la semilla.



Figura No 7. Fotografía del fruto del marañón



Figura No 8. Cascara y semilla del marañón.

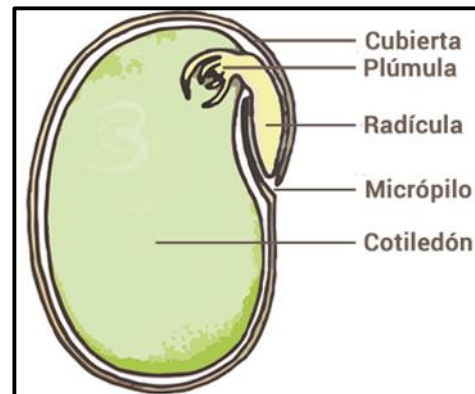


Figura No 9. Partes de una semilla.

En el pericarpio de la nuez o “semilla”, específicamente en el mesocarpio o “cascara de la semilla” (figura No 2), se aloja un aceite sumamente caustico, de color café oscuro y sabor picante denominado cardol, formado por ácido oleico ($C_{18}H_{34}O_2$) en un 55 a 64 % y linoleico de 7 a 20% básicamente, además, es muy aplicado en la industria química para la producción de materiales plásticos, aislantes y barnices. En la medicina es utilizado como materia prima para crear medicamentos y utilizado por las industrias de todo el mundo como componente de productos para insecticidas, pinturas, etc.

La semilla tiene una gran demanda a nivel mundial por sus propiedad nutricionales, además es utilizada en la repostería y muy recomendada en la dieta alimenticia.

De acuerdo a la Wikipedia, el valor nutricional por cada 100 g de marañón es de:

Valor nutricional por cada 100 g	
Energía 554 kcal 2314 kJ	
<u>Carbohidratos</u>	30.19 g
• Azúcares	5.91 g
<u>Grasas</u>	43.85 g
<u>Proteínas</u>	18.22 g
<u>Tiamina (vit. B₁)</u>	0.42 mg (32%)
<u>Riboflavina (vit. B₂)</u>	0.06 mg (4%)
<u>Niacina (vit. B₃)</u>	1.06 mg (7%)
<u>Vitamina B₆</u>	0.42 mg (32%)
<u>Vitamina C</u>	0.5 mg (1%)
<u>Calcio</u>	37 mg (4%)
<u>Hierro</u>	6.68 mg (53%)
<u>Magnesio</u>	10 mg (3%)
<u>Fósforo</u>	50 mg (7%)
<u>Potasio</u>	660 mg (14%)

Fig.10. Datos nutricionales de la semilla de marañón.

4.2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

La asociación APRAINORES brindó los siguientes datos vertidos en un documento para análisis de la producción que ellos desarrollan.

APRAINORES actualmente, haciendo uso del 1/3 de la capacidad instalada es capaz de procesar 4,000 quintales de materia prima al año. De estos, únicamente se saca de nuez el 20%, que equivale a 800 quintales de producto terminado, el 80% restante es cáscara que se manda a botar a un basurero cercano.

Producción por producto.

La cantidad de producto por cada clase (W, S, P) depende del proceso de producción. Con los procesos que se implementan actualmente se estiman los siguientes porcentajes para cada clase. Nueces enteras (W) 38% nueces mitades (S) 8% nueces pedazos (P) 54%. En la siguiente tabla se presenta como se distribuyen los porcentajes por cada clase de producto terminado y los precios de venta promedio.

Máquinas y herramientas Actualmente.

APRAINORES trabaja casi en su totalidad con procesos artesanales, la única operación que se realiza con una maquina especializada es la de empackado. Para los demás procesos no se utilizan máquinas. A continuación se presenta una tabla con las máquinas y herramientas con las cuales se realizan los procesos de producción.

Tabla 3.2 INGRESOS POR VENTAS

DESCRIPCION	4,000 QQ/AÑO (MATERIA PRIMA)		
PORCENTAJES DE PRODUCCION POR CLASE	W (38%)	S (8%)	P (54%)
PESO DE NUECES POR QUINTAL DE MP (LIBRAS/QQ)	20.00	20.00	20.00
LIBRAS A PRODUCIR Y VENDER	30,400.00	6,400.00	43,200.00
PRECIO DE VENTA POR CADA LIBRA	\$3.90	\$3.50	\$3.20
INGRESOS	\$118,560.00	\$22,400.00	\$138,240.00
TOTAL	\$279,200.00		

Tabla 3.3 MAQUINARIA Y EQUIPO

CANTIDAD	EQUIPO	UTILIZACION
	Bancos de metal	Para los obreros
1	Bascula de plataforma	Para pesar la pepa en recepción de MP
1	Bascula electrónica digital	Para bolsas de producto terminado
2	Cocina industrial	Para el cocido de la pepa
1	Compresor de 4.5 H.P.	Para la máquina de empaque
1	Empacadora electrónica	Para sellar las bolsas al vacio
4	Equipo de aire acondicionado	Para el área de despelucado y clasificado
	Estantes de acero inoxidable	Para el almacenamiento de la pepa
6	Extintor	Para uso en caso de incendio
3	Horno industrial	Para dorar la almendra
6	Mesa cubierta de acero inoxidable	Para el despelucado y clasificado
1	Regulador de oxigeno	Para la máquina de empaque
1	Sistema industrial de gas propano	Para las cocinas y los hornos

Ritmo de producción.

De acuerdo a la información recolectada de los días laborales anuales, y las horas trabajadas por cada turno, es posible definir el ritmo de producción con el cual está trabajando APRAINORES. A continuación se presenta el cálculo del ritmo de producción por hora de la planta de producción.

$$) \quad 263 \text{ d año} \times 8 \text{ hr. d}$$

$$) \quad 2,104 \text{ hrs. /año}$$

$$) \quad 4,000 \text{ q año} \div 2,104 \text{ hr. año}$$

$$) \quad 1.90 \text{ qq/hora de M.P.} \equiv 38 \text{ lb /hora P.T.}$$

Este análisis demuestra que es necesario mejorar las condiciones de trabajo para los operarios y optimizar el proceso de descortezado con nuevas técnicas que mejoren la calidad del producto terminado.

Un análisis FODA que la misma asociación se realizó demuestra la debilidad e inminente necesidad de mejorar la calidad en la producción y las condiciones bajo las cuales trabajan sus operarios.

Tabla 3.10 análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Calidad de los productos	Nuevos mercados	Producción baja.	Altas tasas de interés del sector financiero
Fidelidad de clientes	Acceso a créditos	Bajo porcentaje de producción nueces enteras	Baja disponibilidad de recurso humano
Experiencia sobre la actividad económica que realizan.	Precio de venta.	Disponibilidad del recurso humano	
Disponibilidad de materia prima.	Demanda del producto.	Costos de producción	
Instalaciones con las que cuenta	Cooperación de los clientes.	Ausencia de tecnología	
		Falta de capital para realizar operaciones	

5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación es totalmente experimental y por tal causa, se desarrolló en las siguientes etapas:

1. Análisis de la información disponible:
 - a) Observación del proceso actual de descortezado, con la finalidad de determinar los movimientos que realiza el operario.
 - b) Estudiar cada uno de los elementos que conforma la máquina manual que se utiliza actualmente en la cooperativa.
 - c) Evaluar la posibilidad de modificar la máquina existente en la cooperativa.
2. Propuestas de alternativas de solución al problema planteado:
 - a) Alternativas de modificación mecánica del actual modelo de máquina.
 - b) Opción de adaptar sistemas neumáticos a la actual máquina.
 - c) Alternativa de un nuevo diseño, que tenga la opción de ser semiautomática.
 - d) Alternativa de un nuevo diseño, que tenga la opción de ser semiautomática o automática.
3. Diseño de los elementos necesarios para la alternativa seleccionada.
4. Construcción del prototipo de la alternativa seleccionada.
5. Pruebas y ajustes al prototipo en el taller de construcción.
6. Pruebas del prototipo en la cooperativa.

6. RESULTADOS

A la máquina con la que actualmente descortezca la semilla de marañón, se le realizaron las siguientes intervenciones:

- J Proceso Semiautomático: Un proceso con accionamiento neumático para accionar la guillotina que descortezca la nuez; se le adaptó un cilindro de simple efecto para accionar la guillotina de corte, y otro cilindro de doble efecto para accionar la pieza descortezadora, activadas por medio de dos válvulas 5/2 con accionamiento de pedal.
- J Mejorar la ergonomía del operario: con la máquina intervenida el operario ya no permanece parado sobre un pie; ahora puede accionar el sistema sentado en un banco y la velocidad de trabajo puede ajustarse según la práctica o experiencia del operario.
- J Para la nueva máquina, la semilla debe ser seleccionada por tamaños diferentes, ya que con ello se pudo garantizar que la semilla salga entera, de lo contrario se corre el riesgo que la semilla se parta por mitad o que no se abra.
- J La máquina intervenida no evita que el operario presente un riesgo de accidente en su mano, puesto que la alimentación debe hacerse de forma manual, colocando la semilla de marañón en una pequeña bandeja que se adaptó a la misma.

Al implementar este sistema también estamos optimizando el uso de los recursos disponibles en la asociación puesto que ellos contaban con un compresor que no utilizaban. Este se va a utilizar para alimentar el sistema. La única necesidad adicional de este sistema es agregar una unidad de mantenimiento neumática con filtro, regulador y lubricador adecuado para eliminar la más mínima contaminación dentro del sistema.

Con la implementación de este sistema se logra mejorar la calidad del producto final ya que la semilla entera se obtiene en un porcentaje mayor, se elimina la contaminación del producto y se logra mejorar la ergonomía bajo la cual el operario labora. Además, la producción por hora de trabajo también aumenta en base al ritmo que el operario lleve, ajustando la presión de sistema para aumentar o disminuir los tiempos de trabajo.



Fig.10. Máquina de la Asociación APRAINORES intervenida con sistema neumático.



Fig. 11. Operario de la Asociación APRAINORES trabajando en el prototipo de máquina modificado, en los talleres de Grupo DELPIN

Los elementos que se utilizaron se listan a continuación:

1. Cilindro de doble efecto.
 -) Parte neumática
 -) Fluido Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación
 -) Construcción Cilindro con émbolo
 -) Presión máx. de funcionamiento 1000 kPa (10 bar)
 -) Diámetro del émbolo 20 mm
 -) Carrera máx. 100 mm
 -) Fuerza de avance con 600 kPa (6 bar) 189 N
 -) Fuerza de retroceso con 600 kPa (6 bar) 158 N
 -) Conexión QS-G1/8-4 para tubo flexible PUN 4 x 0,75



Fig.12. Cilindro de doble efecto.

2. Cilindro de simple efecto.
 -) Construcción: Cilindro de émbolo
 -) Presión de funcionamiento: Máximo 1000 kPa (10 bar)
 -) Carrera: Máximo 50 mm
 -) Fuerza a 600 kPa (6 bar): 150 N
 -) Fuerza mínima del muelle de retorno: 13,5 N



Fig. 13 Cilindro de simple efecto.

3. Válvula neumática 5/2 con accionamiento por pedal.

) Accionamiento: de pedal, neumática

) Otras características: de 5/2 vías

) Temperatura: Mín.: -10 °C (14 °F)

Máx.: 50 °C (122 °F)

) Presión operativa: Mín.: 1 bar (14.5 psi)

Máx.: 10 bar (145.04 psi)

) DN: 0.25 in



Fig. 14. Accionado de pedal.

4. Tuvo neumático de 4mm.

Fluidos: Aire, agua.

Presión de operación máxima: 0.8 Mpa. A 20° C



Fig. 15 tubo neumático.

7. CONCLUSIONES

- J La máquina implementada logró solucionar la problemática de la falta de ergonomía y la deficiencia del proceso de producción en la asociación.
- J Se optimizó el uso adecuado de los recursos con los que la asociación cuenta disminuyendo de esa forma gastos adicionales en equipamiento específico.
- J El sistema que se ha adaptado a la máquina actual, también tiene la ventaja que se instala y adapta fácilmente al banco de trabajo que actualmente poseen. Eso optimiza el uso de espacios de trabajo y recursos para la asociación.

8. RECOMENDACIONES

- J Someter a preselección las semillas de marañón para tener una medida estándar en cada máquina y ajustarla según sea necesario.
- J El sistema debe ser periódicamente sometido a jornadas de mantenimiento preventivo para evitar acumulación de residuos y así alargar la vida útil del sistema.
- J Se recomienda mantener ventilado y despejado de desechos o desperdicios el lugar donde se va a instalar el sistema neumático.
- J Proveer a los operarios de los equipos protección personal para evitar contacto con los líquidos que emana la nuez de marañón.

9. GLOSARIO

- **Sistema neumático:** es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.
- **Semi-automático:** que trabaja de forma mecánica accionada por un operador.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sitios Web

<https://patents.google.com>

Consultado en la fecha 25 de Octubre 2016

Documentos.

Tesis desarrollada por alumnos de la UES, El Salvador. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE UN DISPOSITIVO EXTRACTOR DE LA NUEZ DE MARAÑÓN. 2016

D. E. Escobar Vásquez. Universidad de El Salvador, San Salvador, Centro América. Caracterización y Evaluación de la sustentabilidad de la cadena de marañón (*Anacardium Occidentale*), en la zona del bajo Lempa, departamento de San Vicente., 2014.

C. Cortez Baños, L. E. Hernández Mejía y J. E. Monge Alemán. Universidad Francisco Gavidia, San Salvador, El Salvador Centro América. Diseño de una propuesta para incrementar la productividad de la planta procesadora de semilla de marañón orgánico de la Asociación de Productores Agroindustriales Orgánicos de El Salvador (APRAINORES). 2011.

11. ANEXOS



Almacenamiento de semillas, sin procesar.



Proceso de cocinado de la semilla.



Proceso de enfriamiento de la semilla ya cocida.



Proceso de descortezado de la semilla.



Proceso de tostado de la semilla.



Proceso de despeliculado de la semilla, pesado y empacado.

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresariedad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.

VALORES

EXCELENCIA: *Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.*

INTEGRIDAD: *Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.*

ESPIRITUALIDAD: *Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.*

COOPERACIÓN: *Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.*

COMUNICACIÓN: *Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.*

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.



 SEDE CENTRAL
SANTA TECLA

Km. 11.5 Carretera a Santa Tecla, La Libertad.
Tel. (503) 2132-7400
Fax. (503) 2132-7599



 CENTRO REGIONAL
SANTA ANA


Final 10a. Av. Sur,
Finca Procavia
Tels. (503) 2440-4348
y (503) 2440-2007
Tel./Fax. (503) 2440-3183



 CENTRO REGIONAL
MEGATEC ZACATECOLUCA

Km. 64 1/2, desvío Hacienda El Nilo, sobre autopista a Zacatecoluca y Usulután.
Tels. (503) 2334-0763
y (503) 2334-0768



 CENTRO REGIONAL
SAN MIGUEL

Km. 140, Carretera a Santa Rosa de Lima.
Tels. (503) 2669-2292
y (503) 2669-2298
Fax. (503) 2669-0061



 CENTRO REGIONAL
MEGATEC LA UNIÓN

Calle Santa María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión.
Tel. (503) 2668-4700