



Aumento de la eficiencia en la extracción de almendras de marañón en las empresas de Puerto Carreño.

Presentado por:
ADRIAM GONZALEZ

Universidad de Pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Programa de Diseño Industrial
Pamplona Colombia
2016





La Academia al servicio de la Vida
Aumento de la eficiencia en la extracción de almendras de marañón en las empresas de Puerto Carreño.

Proyecto de grado para optar al título de diseñador industrial

Presentado por:
ADRIAM GONZALEZ

Tutora:
Nohora L. Gélvez Suarez

Universidad de Pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Programa de Diseño Industrial
Pamplona Colombia

2016





Agradecimientos

Para conseguir el título de Diseñador Industrial se pasó por un proceso riguroso y enriquecedor de aprendizaje, donde le agradezco a Dios por darme la sabiduría, la fuerza y la voluntad para seguir adelante.

Debo agradecer a mi madre Glenys González quien siempre me ha apoyado en las decisiones que he tomado; a mis hermanos, Jimmy, Camilo y Sebastián que me inspiran a ser el mejor ejemplo cada día; a toda mi familia quienes son todo para mí; a mis dos mejores amigos, Isaí Nieto y Junior Mendoza, que gracias a su apoyo y constante retroalimentación, cada día soy un mejor hombre; a mi tutora Nohora Gélvez, quien me guio y ayudó a dar mi mejor esfuerzo; agradezco a aquella persona que siempre ha estado aquí pendiente de mí, que me impulsa a conseguir mis metas y a quien aprecio con cariño; a todos los profesores, maestros y personas con quien me he cruzado en la vida, con quienes he adquirido los conocimientos necesarios para un futuro lleno de riqueza y prosperidad.

Gracias a la carrera de Diseño Industrial, que me mostró la habilidad para ayudarle al mundo a trascender de sus limitaciones.



**Índice**

2016	2
1. Justificación	6
2. Marco de referencia	8
2.1. Conocimiento del tema	8
2.1.1. El marañón.	8
2.1.2 Fruto.	8
2.1.3 Origen.	8
2.1.4 Cultivos en Colombia.	9
2.2 Antecedentes	9
2.2.1 Uso del fruto.	9
2.2.2 La almendra.	9
2.2.3 Productores mundiales.	10
2.2.4 Productores nacionales (Colombia).	10
2.3 Actualidad del proceso	10
2.3.1 Productores en el Vichada.	10
2.3.2 Análisis de fincas productoras en Puerto Carreño.	10
Proceso productivo	12
2.3.4 Análisis de proceso de extracción.	19
2.3.5 Cantidad procesada diaria y mensual.	22
2.3.6 Cantidad quebrada.	24
2.3.7 Patologías.	28
2.4 Alternativas productivas	28
2.4.1 Tipos de maquinaria.	28
3. Definición del problema	32
4. Objetivo general	33
4.1. Objetivos específicos	33
5. Definición del modelo de investigación	33
6. Definición conceptual del proyecto	35
7. Determinantes	36
8. Investigación de sistemas de corte	38
9. Selección de alternativa	83
10. Evolución de la propuesta	85
11. Propuesta Final	89
12. Análisis de configuración	91
13. Bocetos de evolución	96
14. Materiales y Proceso productivo	101
15. Costos	104
16. Análisis ergonómico	107
17. Manual del usuario	114
18. Definición de mercado	116
19. Gestión de Diseño	118
20. Innovación	119
21. Análisis ambiental de la respuesta	120
22. Planos y fichas técnicas de producción	122



**La Academia al servicio de la Vida**

23.	Renders finales	130
24.	Despiece	132
25.	Relación con el usuario	133
26.	Secuencia de uso	135
27.	Modelo de comprobación	136
28.	Comprobación	139
29.	Conclusiones	145
	Bibliografía	146



1. Justificación

En el ámbito global, las zonas tropicales son reconocidas por poseer una gran variedad de frutos, donde se destacan los frutos secos, gracias a que son muy apetecidos a nivel mundial por ser implementados en dietas saludables; los más reconocidos son: las avellanas, el cacahuate, los pistachos y el marañón. Este último crece en ambientes con temperaturas aproximadas de 27° centígrados, como en llanuras, valles y zonas costeras; este árbol proviene de Brasil, que es el mayor productor de su fruto a nivel mundial después de la India. Su nombre científico es *Anacardium occidentale* L. (Lima, 1988). Su fruto es una almendra que posee una gran concentración de proteínas y es baja en grasas, utilizada en la repostería y panadería; de su cáscara removida se obtiene el aceite (fenol) para la fabricación de lubricantes y pinturas; también tiene un seudofruto que se usa para preparar jugos, dulces, jaleas, mermeladas, vinos y vinagre (Arango & Román, 2007).

En Colombia han aumentado los cultivos del marañón, gracias a las grandes zonas que son aptas para su siembra, como son los llanos orientales y la costa atlántica; Apromasab y Asomarañón, ubicadas en el departamento de Córdoba, son asociaciones que cuentan con más de 400 hectáreas productivas, distribuyendo sus productos a través de empresas como Nacional de Chocolates. (ICA, 2015) (*Com. Pers.* Peñaloza, 2015).

En el departamento de Vichada, existen tres microempresas procesadoras de almendras de marañón, las cuales cuentan con un total de 225 hectáreas productivas (Secretaría de Agroindustria 2015), que generan alrededor de 75 toneladas de semillas anuales. Estas procesadoras son: Marallanos, Industrias Kjú y Asomavi. Marallanos procesa la semilla cultivada en las 70 hectáreas de la finca Nuevo Horizonte, que produjo alrededor de 33 toneladas en el 2015; Industrias Kjú procesa la semilla cultivada en las 140 hectáreas de la Hacienda Nimajay, obtuvo 42 toneladas de semillas en el 2015; y Asomavi procesa la semilla cultivada en las 15 hectáreas de la finca Flores Rojas y la finca Santamaría, alcanzó 5 toneladas en el año 2015. Hoy en día se están llevando a cabo proyectos como el de la Asociación Gremial Agroforestal Vichadense, que consiste en plantar 1400 hectáreas de árboles de marañón en el departamento, donde empezará a ser productivo en el año 2019 y así crear y comercializar productos derivados del mismo. (*Com. Pers.* Cano, 2015).

Para obtener estas almendras se debe efectuar un proceso productivo que se enfoca en el descortezado, ya que las almendras deben extraerse con herramientas adecuadas para no partirlas, y debe permitir un ágil proceso. En estas empresas del Vichada utilizan máquinas hechizas, fabricadas localmente, que accionadas mecánicamente logran extraerlas una por una, donde el operario se esfuerza por mantener la precisión para cortarla adecuadamente y así guardar sus propiedades físicas, ya que una almendra partida pierde su valor.

A partir de esto, se debe tener en cuenta que el departamento posee un gran potencial económico en el sector agroindustrial, que proyecta incrementar las oportunidades a través de la mejora de sus procesos, por ello, este proyecto busca generar una herramienta que permita el máximo aprovechamiento de la materia prima, que reduzca el esfuerzo que el operario debe aplicar al acomodar la semilla y realizar el corte con precisión, protegerlo de los químicos segregados y



La Academia al servicio de la Vida

así llegar a optimizar el procesado de las almendras para impulsar el progreso económico, promoviendo el reconocimiento de las marcas regionales y de esta manera aumentar las posibilidades de empleos en la región.



2. Marco de referencia

2.1. Conocimiento del tema

2.1.1. El marañón.

El marañón (*Anacardium occidentale* L.) (Fig.1), es una especie de árbol frutal que se ha propagado en las zonas tropicales y cálidas del mundo, es originaria del nordeste brasileño, donde se han descubierto más de dieciocho especies. En Colombia generalmente se ha visto el marañón “común brasileiro”, el “enano precoz”, (Lima, 1988) y el “criollo”, que se encuentra en la llanura colombiana. (Owen & Roman, 1996)

El marañón común (Fig.1), posee una altura promedio de 6 metros (Barros L. d., 1995). El marañón enano precoz es mucho más bajo, llegando a 4,5 metros. Mientras que el marañón criollo tiene una altura de 3 metros (Barros & Crisostomo, 1995).

Estos tres tipos de marañón se han propagado natural y agroindustrialmente por zonas como el Valle del Magdalena, la Costa Atlántica y la Orinoquia (Arango & Román, 2007).



Figura 1. Fotografía del fruto de marañón (Murillo G, 2015)

2.1.2 Fruto.

El fruto del marañón está compuesto por dos partes: la manzana (pseudofruto) que es de color amarillo o rojo dependiendo de su especie; y segundo está la semilla (nuez), que es el fruto verdadero, es de 5 a 10 veces más pequeña que la manzana, constituida por la cáscara de doble pared, lleno de un líquido llamado fenol, de uso industrial, y contiene la almendra que está recubierta por una película que la protege (Arango & Román, 2007).

2.1.3 Origen.

Presuntamente su origen se remonta a la región del nordeste brasileño donde fue llevado por los colonos portugueses, en el siglo XVI a algunos países de Asia y África donde han alcanzado una jerarquía económica gracias a la exportación de sus semillas, sean crudas o procesadas (Arango & Román, 2007).

La Academia al servicio de la Vida

El marañón es una planta tropical, que para su crecimiento óptimo debe estar ubicada dentro de los 15° de latitud norte y sur, a alturas que no sobrepasen los 600 m.s.n.m. y a una temperatura media de 27° C (Lima, 1988).

Aunque su nombre más reconocido, según Lima (1988), es el de “marañón”, pero también se le conoce como “Merey” en Venezuela y en el oriente colombiano, en Brasil se le conoce como “Cashew”, “Cajú”, “Cayú” y anacardo.

2.1.4 Cultivos en Colombia.

En Colombia este árbol crece favorablemente en regiones cálidas como el Valle del Magdalena, la Costa Atlántica y la llanura colombiana; esta última posee las extensiones de tierra más apropiadas para la producción de Marañón gracias a sus condiciones climáticas. (Owen & Roman, 1996)

En el año de 1989, se establecieron 100 hectáreas de árboles de los tres tipos de marañón: “Común”, “Enano precoz” y “Criollo”, en el centro de Investigaciones Carimagua (Meta, Colombia) para evaluar más de 14.000 genotipos e identificar los mejores arboles donde se seleccionaron 10 de los mejores genotipos para ser distribuidos en las diferentes regiones productoras (Arango W. L., 2003). Para los sistemas comerciales de explotación la distancia para siembra que se recomienda es alrededor de 6 x 6 metros (277 árboles/ hectáreas), al tercer año empieza el cultivo a ser productivo, aumentando gradualmente la producción del fruto, llegando al octavo año a su punto máximo. Existen en el territorio nacional un total de 1950 hectáreas de plantaciones de marañón (Arango & Román, 2007).

2.2 Antecedentes

2.2.1 Uso del fruto.

Del fruto se aprovecha la manzana (pseudofruto) para hacer jaleas y bebidas; de la semilla (nuez) que es el fruto verdadero, se extrae la almendra y de su cáscara se obtiene un líquido (L.C.C. Líquido de Castaña de Cajú) que sirve para producir tintas, barnices, aceites para frenos y componentes aislantes; de la corteza del árbol se consiguen complementos medicinales y del tronco se adquieren gomas. (Arango & Román, 2007)

La almendra es el principal producto, ya que es muy distinguida por su valor nutritivo y exquisito sabor, posee un elevado valor en el mercado gracias a su gran demanda mundial (Arango & Román, 2007) ya que se vende como Snak (pasabocas, paquetes de almendras fritas), en trozos para repostería, en polvo para hacer leches y quesos. (Arangao & Laura, 2001)

2.2.2 La almendra.

Según Asohofrucol (2008) el 60% de las semillas de marañón se consumen en forma de snack (pasabocas) y el 40% es consumido en pastelería o confitería. También afirma que en los Estados Unidos, que es el país más importador de almendras, ha incrementado el consumo, debido a la búsqueda de comer productos saludables y de alta calidad, junto al maní y las avellanas.

Las almendras de marañón se clasifican según su tamaño, color e integridad. En el mercado estadounidense existen alrededor de 22 grados disponibles comercialmente para exportación,

bajo la orientación del “Cashew Export Promotion Council”, donde la India y Brasil comparten el primer puesto en producción. (Arangao & Laura, 2001)

2.2.3 Productores mundiales.

Los países líderes en la producción mundial de almendras de marañón son India, Vietnam, Brasil, Nigeria y Tanzania. Para el año 2005 se produjeron mundialmente, cerca de 9 millones de toneladas de semillas, de las cuales se comercializaron alrededor de 2 millones de toneladas (Faostat, 2006).

La India posee 730.000 hectáreas con plantaciones de marañón que producen unas 460.000 toneladas de semillas por año, con un rendimiento de 630 kilogramos por hectárea al año; siendo la almendra de este país la de mejor calidad y con los mejores precios. Brasil es el país productor de marañón más relevante de Sur América, en el 2005 alcanzó a producir unas 250.000 toneladas de semillas con más de 700.000 hectáreas de plantaciones (Arango & Román, 2007). Para el año 2002 se obtuvieron precios de \$3,36 dólares por cada kilogramo de almendra vendida en los mercados norteamericanos (Vneconomy, 2003).

2.2.4 Productores nacionales (Colombia).

En el municipio de Pailitas (Cesar) existen 400 hectáreas, las cuales no son muy productivas por falta de cuidados, según Corpoica. En el municipio de Chinú (Córdoba) se reportan 150 hectáreas hasta el momento (Arango & Román, 2007). También existen las asociaciones de Apromarsab (Asociación de productores de marañón de la sabana) y Asomarañón donde extraen la almendra para comercializarlas en sociedad con Nacional de Chocolates (*Com. Pers. Nombre*, 2015). En la llanura colombiana, existen unas 700 hectáreas en el Meta (Arango & Román, 2007), y unas 650 hectáreas en el Vichada, para un total aproximado de 1950 hectáreas en todo Colombia.

2.3 Actualidad del proceso

2.3.1 Productores en el Vichada.

En el Vichada, las plantaciones que existen están en el municipio de Puerto Carreño, alrededor de 650 hectáreas productoras, distribuidas en 4 fincas como: la finca “Nuevo Horizonte”, “Hacienda Nimajay”, finca “Santa Maria” y finca “Flores Rojas”, quienes producen en la región un total de 75 toneladas anuales.

2.3.2 Análisis de fincas productoras en Puerto Carreño.

2.3.2.1 Asomavi.

(Asociación de Marañoseros del Vichada)

Representante: Carlina Rojas

Fincas productoras: Finca Flores Rojas y Finca Santamaría

Finca Flores Rojas

5 Hectáreas en producción

Dirección: km 15 vía Villavicencio

- Finca Santamaría

10 Hectáreas en producción

Dirección: km 42 vía Villavicencio

Esta asociación cuenta con un total de 15 hectáreas productoras del fruto (Fig. 2), generando aproximadamente 5 toneladas de semillas de marañón al año, que se procesan con maquinaria instalada en la finca Flores Rojas. (Com. Pers. Rojas C, 2015)



Figura 2. Fotografía del cultivo de marañón, finca Flores Rojas (González A, 2015)

2.3.2.2 Marallanos.

(Marañones del llano)

Representante: Gustavo Murillo

Finca productora: Nuevo Horizonte

70 Hectáreas productoras

Dirección: kilómetro 71 vía a Villavicencio

En esta finca se produce anualmente una tonelada por cada 2 hectáreas; este año se produjeron alrededor de 33 toneladas de semillas. El proceso de cocinado se realiza en la finca, para después transportarse hasta la zona urbana de Puerto Carreño para que una operaria (Luz Martínez) en su vivienda, se encargue de cortar y extraer las almendras, luego se envía la almendra hacia la casa del propietario para ejecutar los últimos procesos. (Com. Pers. Murillo G, 2015)



Empaque de almendras de marañón Marallanos (González A, 2015)

2.3.2.3 Industrias Kjú.

Representante: Ricardo Madriñan

Finca productora: Hacienda Nimajay

140 hectáreas productivas

Promedio de semillas producidas al año: 42 toneladas

Dirección: kilómetro 38 Vía Cazuarito



Foto de cartel de Procesadora Industrias Kjú

En la hacienda Nimajay se han producido 42 toneladas de semillas en el año 2015, donde se transportan hasta la zona urbana de Puerto Carreño, depositándolas en la fábrica que tiene como nombre Industrias Kjú, donde se procesa la almendra para luego ser distribuida en mercados de la Ciudad de Bogotá y Bucaramanga. (Com. Pers. Quevedo M, 2015)

Proceso productivo

Recolección de semillas de marañón (materia prima):

En los cultivos de marañón de la hacienda Nimajay, generalmente se recogen de forma manual los frutos directamente desde el árbol, arrancando la semilla de la manzana, la mayoría de las semillas son recogidas de los frutos que han caído al suelo casi en estado de descomposición para luego almacenarlas en sacos, eliminando las semillas manchadas, podridas, deterioradas o atacadas por los insectos, ya que podrían contaminar el conjunto de semillas recogidas.

Secado:

Cuando la semilla se recolecta en los sacos, se lleva a instalaciones de la hacienda donde se esparce en pisos de concreto, para dejarlas de 2 a 3 días enteros y así secar su humedad con los rayos solares, revolviendo las semillas con rastrillos para que su secado sea uniforme.

Transporte:

La Academia al servicio de la Vida

Cuando las semillas están secas se recogen de nuevo en los sacos, sellando las aberturas para evitar que las semillas se salgan, luego esos bultos son almacenados para después transportar la materia prima hasta la fábrica (Fig. 3).

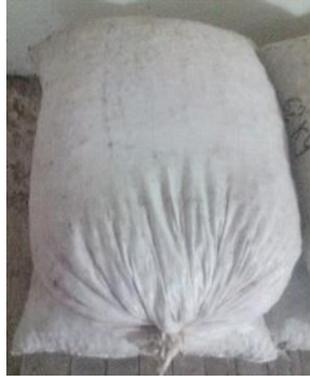


Figura 3. Fotografía de bulto de semillas (González A, 2015)

Almacenaje de materia prima:

Los bultos que serán llevados hasta la zona de almacenamiento dentro de las instalaciones (Fig. 4). Debe ir sobre estibas que separan los sacos del suelo para evitar que se filtre la humedad, debe ser un lugar seco, donde el control de los insectos sea óptimo para que no dañen las semillas.



Figura 4. Zonas de almacenaje. Industrias Kjú (González A, 2015)

Clasificación:

Cada bulto es sometido a una clasificación de tamaño en donde las semillas se dividen en pequeñas, medianas y grandes, para ello tienen una maquina clasificadora que agiliza el proceso (Fig. 5), para luego marcar cada bulto con su respectivo peso y después ser apilados; cada uno de ellos alcanza un peso aproximado a 55 kg. Este proceso es el responsable del éxito a la hora de descortezar la semilla porque se cuenta con el mismo tamaño de cada una, haciendo más fácil la manipulación por el operario.



Figura 5. Clasificadoras. Industrias Kjú (González A, 2015)

Cocción (autoclave):

El autoclave, que es una unidad de cocinado a vapor (Fig. 6), se organiza en una zona adecuada, un espacio abierto en donde el humo se disipe; se agregan 9 litros de agua, se añade un bulto de semillas (55 kilos), tapando y sellando con tuercas y tornillos el autoclave, la estufa a gas es encendida para cocinar las semillas hasta que la válvula muestre que se ha llegado a 115 PSI (2 horas). Este proceso hace que la semilla expanda su cáscara, desprendiendo la almendra en su interior para facilitar el corte y evitar quebraduras.



Figura 6. Fotografías de autoclave de Industrias Kjú. A: Recipiente interno, B: Autoclave sellado (González A, 2015)

Extracción de semillas del autoclave:

Después de terminar el proceso de cocción se abren las válvulas, se extrae la presión, se desatornillan las tuercas, se retira la tapa y luego se comienzan a sacar las semillas con un recipiente de plástico agregándolas a un balde, cuando la mitad de las semillas se han retirado se extrae del autoclave la olla interna (Fig. 7), y se terminan de vaciar las semillas en un tanque de almacenaje para permanecer en reposo, lograr su enfriamiento y alcanzar una temperatura ambiente.

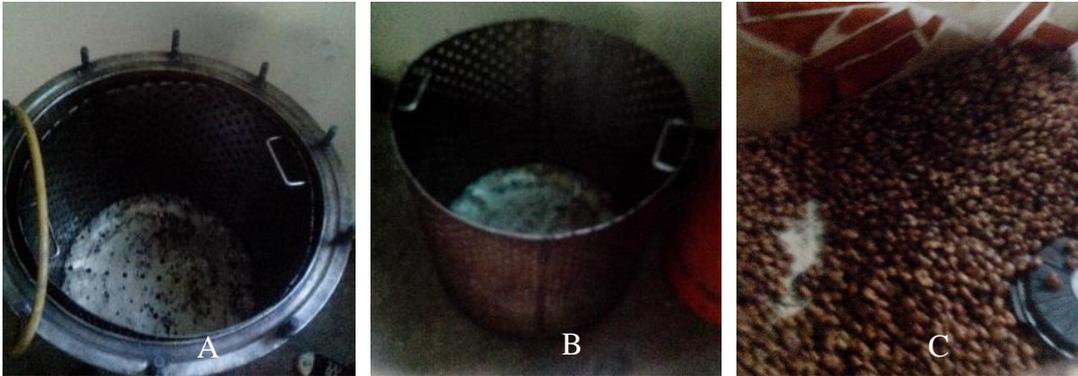


Figura 7. Autoclave. A: Parte externa, B: Parte interna, C: Semillas en tanque de almacenaje (González A, 2015)

Proceso de descortezado:

La empresa posee dos herramientas de corte accionadas cada una por un operador (Fig. 8), utilizando guantes, se toma las semillas una a una y se encajan manualmente en las cuchillas de la máquina de corte, pisa el pedal de presión para cerrar las cuchillas hasta una profundidad determinada, que no penetre en la almendra, baja la palanca para girar una de las dos cuchillas, abriéndola por la mitad y depositándola en la zona donde una operaria se encarga de desechar la cáscara y almacenar la almendra. (Ver anexo 1, video proceso descortezado_Industrias Kjú)



Figura 8. Herramientas descortezadoras manuales. Industrias Kjú (González A, 2015)

Para extraer las almendras adheridas a la cáscara, la operaria toma la semilla ya abierta y con un cuchillo penetra la almendra y la extrae (Fig. 9), para depositarla en un recipiente, separando las enteras de las que se parten, y luego desechar la cáscara en un contenedor. La almendra sale recubierta por una película.



Figura 9. Extracción de almendra. A y B: Industrias Kjú, C: Marallanos (González A, 2015)

Horneado:

Las almendras se ponen en bandejas de metal y son introducidas en un horno durante 8 horas (Fig. 10), sometidas a una temperatura de 80°C para extraer su humedad, secar, despegar la película que la recubre y así facilitar el desprendimiento por medio del raspado con cuchillos.



Figura 10. Fotografías de hornos. Industrias Kjú (González A, 2015)

Despeliculado:

Después que las almendras han pasado por el horno se trasladan en un contenedor hacia el proceso de remoción de la película, en la cual, se agregan en una herramienta despeliculadora manual, accionada por una manivela para girar el cilindro contenedor (Fig. 11), y así chocar las almendras con otras, para debilitar la película, luego se pasan a una mesa de acero inoxidable, donde tres operarias reciben las almendras y la raspan con un cuchillo una por una, hasta retirar por completo dicho recubrimiento. Los residuos son separados y las almendras ya limpias son almacenadas en un contenedor.



Figura 11. Herramientas despeliculadoras. A: Industrias Kjú, B: Almendras con película, C: Almendras despeliculadas (González A, 2015)

Humificador:

Las almendras son puestas en placas de metal y son introducidas en el horno humificador (Fig. 12), se agrega unos 500 mililitros de agua en un recipiente ubicado en la parte inferior que servirá para evaporarse y aportar le humedad a las almendras durante 40 minutos. Luego se vacían de nuevo en recipientes.



Figura 12. Hornos humificador. Industrias Kjú, González A, 2015)

Tostadora:

Las almendras se sumergen en la maquina tostadora con aceite caliente (Fig. 13), durante 50 segundos, para hacerlas más crocantes y aportarles un color dorado a cada una.

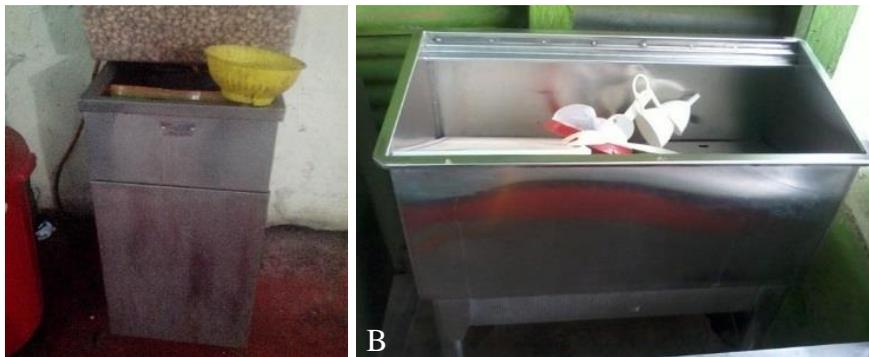


Figura 13. Tostadoras. A: Industrias Kjú, B: Asomavi (González A, 2015)

Almacenaje de almendras:

Las almendras después de estar listas y preparadas para el consumo se agregan en bolsas plásticas transparente y se apilan sobre una mesa (Fig. 14).



Figura 14. Bolsas de almacenaje, Industrias Kjú (González A, 2015)

Empacado:

Cada empaque es ubicado sobre una gramera digital que revela su peso, luego se le agregan las almendras hasta que marque el peso requerido, que varía entre 70 gramos y 120 gramos, se cierra el empaque y se sella con una máquina de calor (Fig. 15), se adhiere la imagen corporativa con las respectivas indicaciones para luego ser almacenado en la bodega.



Figura 15. Máquina selladora, Industrias Kjú (González A, 2015)

Distribución:

Los empaques (Fig. 16), se ubican en cajas organizadas por peso, donde los socios encargados de la distribución, transportan el producto en avión hacia las ciudades de Bogotá donde son comercializadas en diferentes mercados.



Figura 16. Empaques del producto. A: Marallanos (González A, 2015), B: Industrias Kjü (Recuperado de <http://www.facebook.com/pages/Industrias-Kj%C3%BA/232231763529209?sk=timeline>)

2.3.4 Análisis de proceso de extracción.

2.3.4.1 Descortezado

Este proceso es el de mayor influencia en la cadena productiva porque es aquí donde se define la calidad de la almendra que se va a brindar al público, dependiendo si salen enteras o partidas, aquí se procesan toneladas de semillas una a una, por ende los operarios requieren de la exactitud en el momento de presionar las cuchillas y no dañar la almendra, esto define los tiempos de almacenamiento de la semilla, y la demora de llevar el producto al mercado.

La fatiga acumulada por las repeticiones puede generar patologías gracias a los movimientos iterativos que el proceso demanda y es donde el LCC, Líquido de Castaña de Cajú, hace contacto con los operarios, siendo un ácido que puede llegar a quemar la piel (Barros L. d., 1995).

Para descortezar las semillas se usan máquinas cortadoras que poseen un pedal que empuja dos cuchillas de acero para penetrar la semilla (Fig. 17). (Ver anexo 1)



Figura 17. Presión de cuchillas de acero, Industrias Kjü. A: Cuchillas abiertas, B: Cuchillas cerradas (González A, 2015)

Para luego girar o abrir una de las cuchillas, a través de una palanca, y así separar la cáscara por la mitad y luego retirar la almendra (Fig. 18).

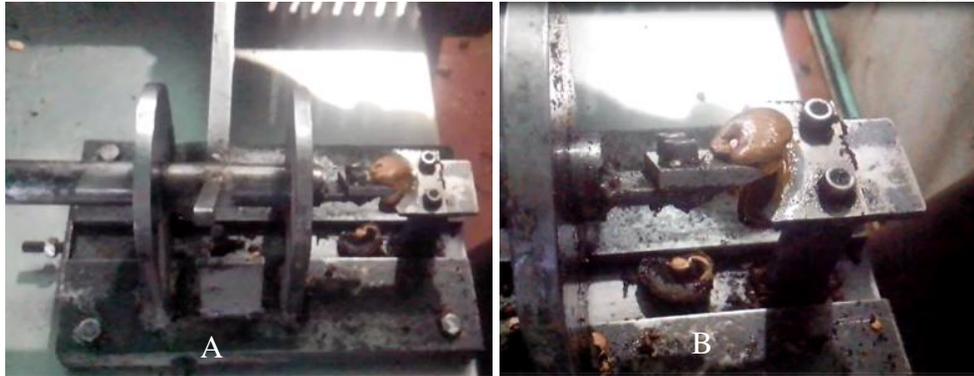


Figura 18. Giro de cuchillas, Industrias Kjú A: Acción de palanca B: Semilla abierta (González A, 2015)

Después se desaprieta el pedal abriendo las hojillas de la cortadora, se toma la semilla (Fig. 19), y se desplaza hacia el centro de la mesa.



Figura 19. Corte de cáscara, Industrias Kjú (González A, 2015)

Un operario recibe la semilla abierta tomándola con una mano y sosteniendo con la otra un cuchillo. Introduce la punta del cuchillo en la parte central y curva de la almendra, para ejercer una fuerza de palanca y así extraerla de la cáscara (Fig. 20).



Figura 20. Extracción de almendra, Industrias Kjú. A: Penetración de cuchillo, B: Separación de almendra (González A, 2015)

En el siguiente paso se deposita la almendra en uno de los dos recipientes, uno de estos es para las almendras enteras y el otro para las partidas.



Figura 21. Depósito de almendras, Industrias Kjú. Izquierda: enteras, Derecha: partidas (González A, 2015)

A continuación se deposita la cáscara en baldes (Fig. 22), para luego ser desechadas.

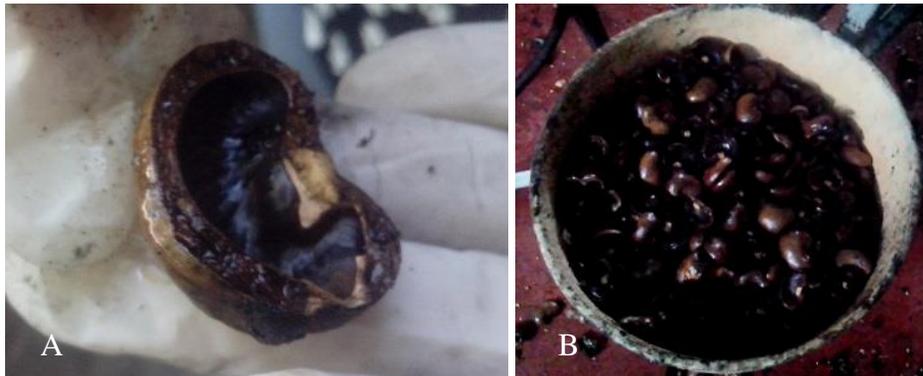


Figura 22. Cáscara desechada, Industrias Kjú. A: Mitad de cáscara, B: Cáscaras para desechar (González A, 2015)

2.3.5 Cantidad procesada diaria y mensual.

Los operarios brasileños más experimentados han desarrollado habilidades manuales con la descortezadora que les permite trabajar 80 kg de semillas por día, en periodos de tiempo de 8 horas; en las procesadoras regionales del Vichada llegan a descortezar hasta 55 kg con 2 operadores trabajando a la vez en un aproximado de 5 horas. (Arango & Román, 2007)

Los datos recolectados en esta procesadora, a través de la observación directa, muestran periodos de tiempo donde un operario es capaz de descortezar una semilla cada 4 segundos, pero gracias a los movimientos repetitivos se va acumulando la fatiga y disminuyendo la velocidad gradualmente.

En la procesadora Industrias Kjú, se evidencia que cada operario descortezara cerca de 25,05 kilogramos diarios (alrededor de 5010 semillas), en un periodo de 6 horas de trabajo y para procesar 40 toneladas de semillas se estima un periodo de 8 meses, incluyendo los 15 días de descanso que la empresa les brinda.

Tiempo minutos	Descortezadoras tradicionales			
	Descortezadora Industrias Kjú			
	Enteras	Quebra	Total	%Queb
1	11	3	14	21
5	51	11	62	18
10	60	15	75	20
15	54	17	71	24
20	59	10	69	14
25	51	12	63	19
30	54	9	63	14
35	62	17	79	22
40	51	11	62	18
45	63	11	74	15
50	54	14	68	21
55	50	14	64	22
60	59	12	71	17
	679	156	835	19

Figura 23. Matriz de cálculo productivo de almendras de marañón en la empresa Industrias Kjú (González, 2016)

Se hacen nuevas observaciones en la empresa Industrias Kjú donde se arroja una nueva tabla con diferentes valores; estos datos se toman mediante la observación directa, anotando cada almendra que sale entera y partida a través de intervalos de tiempo de 5 minutos, calculados con un cronómetro. (Ver Figura 24)



Figura 24. Recopilación de información en el descortezado en Industrias Kjú (González, 2016)

Con estas nuevas observaciones (Ver figura 25) se muestran que se descortezan alrededor de 27,48 kilogramos diarios (aproximadamente 5496 semillas) por operador, en un periodo de trabajo de 6 horas. (Ver video de anexo 2)

Tiempo minutos	Industrias Kjú			
	Enteras	Quebra	Total	%Queb
1	14	4	19	21
5	67	11	78	14
10	60	15	75	20
15	60	17	77	22
20	59	10	69	14
25	67	14	81	17
30	59	13	72	18
35	62	17	79	22
40	57	11	68	16
45	63	11	74	15
50	58	14	72	19
55	60	14	74	19
60	67	12	79	15
	753	163	916	18

Figura 25. Nueva matriz de cálculo productivo de almendras de marañón en la empresa Industrias (González, 2016)

En la empresa Marallanos el análisis arroja datos de 26,73 kilogramos diarios (aproximadamente 5346 semillas) en un periodo de 6 horas productivas. (Ver tabla en anexo 3)

2.3.6 Cantidad quebrada.

Según los primeros análisis hechos en la empresa Industrias Kjú, en el proceso de descortezado se está quebrando alrededor del 19 % (ver Primera Tabla anexo 3) de la almendra extraída (Fig. 26).



Figura 236. Almendras enteras y quebradas, Industrias Kjú (González A, 2015)

Después se hacen nuevas observaciones donde los datos arrojan un 18 % (ver Nueva tabla 3) de almendras quebradas en la empresa industrias Kjú.

También se hace un estudio en la empresa Marallanos para poder comparar los rendimientos y los análisis arrojan datos de un 19% (Ver Tabla anexo 3) de almendras quebradas.

Las semillas deben estar perfectamente clasificadas por tamaños, en pequeñas, medianas y grandes. Esto debe hacerse para graduar la herramienta de corte a la medida de cada tamaño y así cuando las hojillas se aprieten, se perfora solamente la cáscara y no la almendra (Fig. 27).

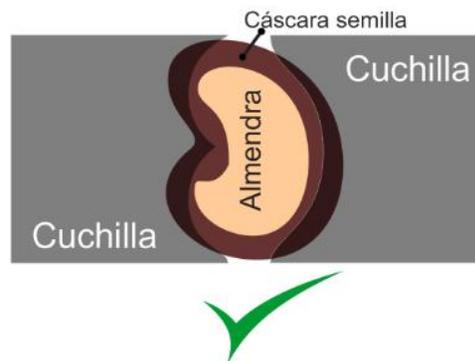


Figura 27. Esquema de presión de cuchillas correcta (González A, 2015)

Cuando se toma una semilla con dimensiones más grandes de las que se ha graduado la herramienta, las hojillas pueden perforar la almendra y en el momento de bajar la palanca abrirá la cáscara y partirá la almendra a la vez (Fig. 28), como se observa en el video del anexo 1 al minuto 00: 46 y en el minuto 1: 17.

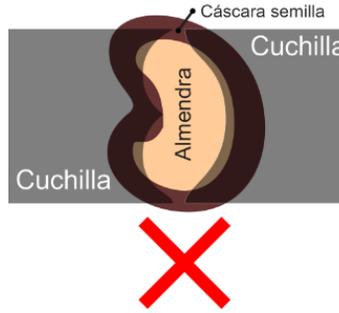


Figura 28. Esquema de presión de cuchillas incorrecta (González A, 2015)

Para cuando las almendras están adheridas a la cáscara, el operario introduce la punta del cuchillo en la cavidad curva que tiene la almendra, para luego hacer palanca y extraerla. (Fig. 29)



Figura 29. Sacado de almendra (González A. 2016)

Para extraerlas enteras, el corte debe estar generado en toda la mitad de las semillas para formar la abertura adecuada y así extraer la almendra perfectamente. (Fig. 30)

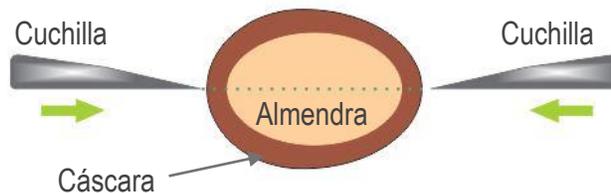


Figura 30. Vista de posición adecuada de las cuchillas en la semilla (González A. 2016)

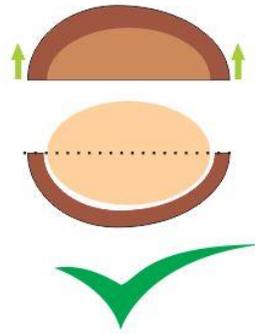


Figura 31. Vista de corte adecuado de la semilla (González A. 2016)

Cuando el corte es inadecuado existen riesgos de quebraduras porque al penetrarla con el cuchillo la almendra queda atorada entre la cáscara partiéndose así (Fig. 34), al aplicar fuerza, como se observa en el video del anexo 1 al minuto 00: 58 (Fig. 32). Por esto el operario debe tener la precisión necesaria para posicionar las cuchillas en la mitad de la semilla y así hacer un corte adecuado.

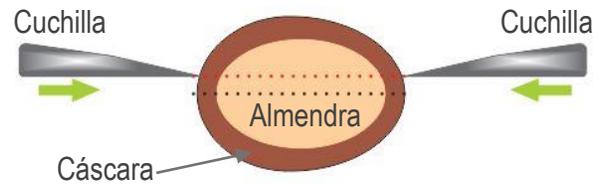


Figura 32. Vista de posición inadecuada de las cuchillas en la semilla (González A. 2016)

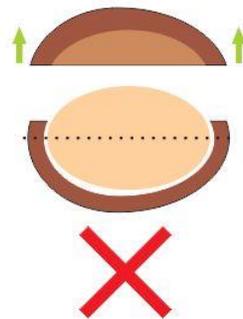


Figura 33. Vista de corte inadecuado de la semilla (González A. 2016)



Figura 34. Almendra quebrada, Industrias Kjú (González A, 2015)

Gracias al cocinado de las semillas se genera un vacío que desprende la almendra de la cáscara, facilitando la extracción de la almendra (Fig. 36), pues cuando hace falta cocción se dificulta la extracción debido a la presión que existe entre la almendra y la cáscara (Barros L. d., 1995), aumentando los riesgos de quebraduras, disminuyendo la calidad y su valor de venta.

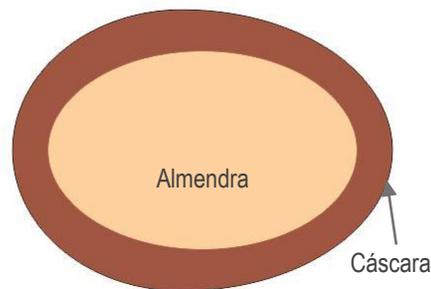


Figura 35. Esquema de semilla sin cocción (González A, 2015)

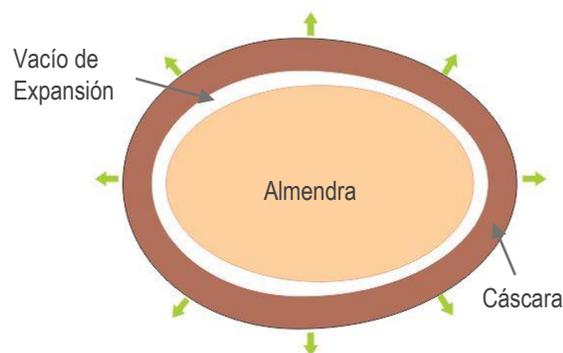


Figura 36. Esquema de semilla sin cocción (González A, 2015)

2.3.7 Patologías.

Las lesiones generadas por el trabajo repetitivo se le denominan Lesiones provocadas por Esfuerzos Repetitivos (LER). Debido a los movimientos que se deben ejecutar a la hora de usar las herramientas de corte, existe un gran riesgo para los operarios de adquirir patologías como la Tendinitis, que es la inflamación en la zona en que se une el músculo y el tendón, generando dolor, inflamación, enrojecimiento y dificultando el movimiento del brazo con que se baja la palanca y la pierna con que se pisa el pedal, siendo muy doloroso, y llegando a incapacitar permanentemente (Roel, 1999).

El Líquido de Castaña de Cajú (LCC) es un ácido que desprende la semilla al ser abierta, que al contacto con la piel puede quemarla. Para evitar estas quemaduras se usan guantes de látex pero aun así existe evidencia que muestra algunas quemaduras en los operarios (Fig. 37), por rupturas o salpicaciones.



Figura 37. Quemaduras en la piel por LCC, Industrias Kjú. A: Quemadura en brazo, B: Quemadura en dedo pulgar (González A, 2015)

2.4 Alternativas productivas

2.4.1 Tipos de maquinaria.

Los países dominantes en la exportación de almendras de marañón como la India, Vietnam y Brasil, se usa maquinaria industrializada (Fig. 38), que permiten procesar toneladas de semillas al día. (Gia L, 2012)



Figura 38. Maquinaria industrializada. A: Motores de descortezado, B: Bandas transportadoras. Imágenes recuperadas de Gia Loi Co LTD. (2012). automatic cashew cutting machine [Video]. De <http://www.youtube.com/watch?v=mmCd9WMkBr8/>

La Academia al servicio de la Vida

Estos procesos avanzados han llevado a la industria de estos países a liderar este mercado, satisfaciendo la oferta y la demanda mundial, gracias a estas máquinas automatizadas que cortan grandes cantidades de semillas por segundo, donde se usa la materia prima para producir harinas, aceites, lácteos, anticorrosivos y complementos para pinturas (Córdoba, 1968).

Productoras en Vietnam, se encargan de cuidar la calidad de la almendra en el procesado, para poseer ventajas competitivas en el mercado, por ello tienen a varios operadores que cortan y extraen la almendra manualmente (Fig. 39), ayudados de una cortadora accionada mecánicamente con los pies y una pequeña navaja, para luego clasificarlas en diferentes recipientes dependiendo si salen enteras o partidas.



Figura 39. Operarias en Vietnam. A: Operarias de descortezado, B: Extracción de almendra. Imágenes recuperadas de Myminami. (2010). Corte manual castanha de caju [Video]. De <http://www.youtube.com/watch?v=GwPDyO6SJRk/>

Tipologías de cortadoras:

Para obtener una almendra entera los operarios afirman que es mejor usar una cortadora manual (Fig. 40), ya que se puede trabajar con precisión. La desventaja es que hay que cortar las semillas una a una.

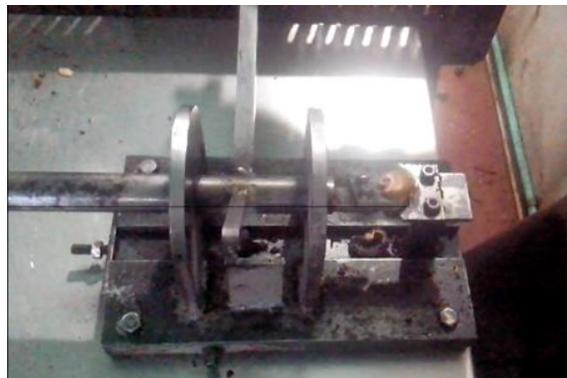


Figura 40. Descortezadora, Industrias Kjú (González A, 2015)

La Academia al servicio de la Vida

Esta es una descortezadora con dos pedales (Fig. 41), con uno cierra las cuchillas y con el otro se gira la cuchilla para abrir la semilla. Este permite que el operario tome con las dos manos la semilla y así extraer la almendra y depositarla en los recipientes de almacenaje.



Figura 41. Descortezadora de dos pedales, Vietnam. Recuperado de Myminami, (2010)

Esta es otra cortadora manual con pedal y par de cuchillas corredizas (Fig. 42), es el mismo mecanismo empleado en Industrias Kjú, con la diferencia que la palanca se acciona de forma longitudinal hacia el operador.



Figura 42. Descortezadora, Serrano I. (2013). La Página, más rápido y veraz. [Imagen] De <http://www.lapagina.com.sv/ampliar.php?id=80594/>

Existe una máquina semiautomática (Fig. 43), que descortezas dos semillas a la vez, funciona con presión hidráulica que cierra las cuchillas y abre las semillas bajando la palanca. Esta máquina se encuentra en la procesadora de almendras Industrias Kjú, pero está en desuso por qué parte la mayoría de las almendras, haciéndola poco rentable, debido a la falta de precisión en el momento de cerrar las cuchillas, pues este movimiento el operario no lo puede medir, porque la máquina ejecuta todos los movimientos a una sola medida.



Figura 43. Descortezadora semiautomática para dos semillas, Industrias Kjú (González A, 2015)

3. Definición del problema

El mejoramiento del sistema de descortezado en la producción de almendras de marañón, nace de la necesidad de optimizar este procesado en las empresas de Puerto Carreño, para disminuir los tiempos de su extracción y mejorar la calidad de éstas en cuanto a quebraduras, ya que este proceso es ejecutado manualmente por operadores con ayuda de una herramienta de corte, accionadas generalmente por un pedal y una palanca que corta las semillas una a la vez; el marañón posee una gran demanda gracias a sus características alimenticias, siendo una buena herramienta para aportar progreso en el departamento del Vichada.

La relevancia del proceso es la lenta extracción y el porcentaje de almendras quebradas, ya que la cantidad de semillas a las que se espera extraer su fruto, es diariamente de 25,05 kilogramos por operador, según el análisis hecho en la empresa Industrias Kjú, siendo un aproximado de 5010 semillas y a su vez son 42 toneladas las que se producen anualmente en esta empresa. (Com, pers: Duque M, 2015)

El gran número de semillas a procesar es una causa determinante para desarrollar una mejor herramienta, ya que son cerca de ocho millones de semillas en total las que se procesan en la empresa, de las cuales, aproximadamente un 20% de almendras pierde parte de su valor debido a quebraduras generadas en el proceso de descortezado, ya que una almendra quebrada pierde cinco veces su precio, perjudicando la calidad de una gran cantidad de la producción.

Mejorar el proceso de descortezado ayuda a perfeccionar los tiempos del procesado y a su vez permite prevenir la descomposición y daños provocados en las semillas, debido a los largos periodos de tiempo que permanecen almacenadas a la espera de ser procesadas; esto conlleva a que la herramienta a diseñar debe reducir los tiempos de extracción de las almendras, que garantice la integridad de los operarios, que posibilite un trabajo más eficiente, alejándolo del contacto con el fenol segregado y haciendo más dinámica la comercialización del producto.

Diferentes oportunidades se generan en las regiones de nuestro país, referente a la agroindustria, específicamente en el campo de los cultivos de marañón, que apenas está creciendo sin explotarse al máximo, por ello se quiere aportar ideas que permitan a las empresas que se dedican a extraer y comercializar su fruto, para generar una mejora constante en este proceso, brindando nuevas alternativas y ofreciendo las condiciones para que surjan a través del tiempo, generando empleos y así llevar beneficios a la población.

¿Cómo mejorar el proceso de extracción en la almendra de marañón, evitando rupturas y aumentando la agilidad del proceso en las empresas de Puerto Carreño?

4. Objetivo general

Aumentar la eficiencia en la extracción de almendras de marañón en las empresas de Puerto Carreño.

4.1. Objetivos específicos

- * Agilizar el proceso de descortezado de cada semilla.
- * Minimizar el porcentaje de almendras quebradas en el proceso de descortezado.
- * Disminuir el tiempo de almacenamiento de las cosechas.

5. Definición del modelo de investigación

La siguiente metodología contiene una serie de pasos que se complementan entre sí para llegar al fin de diseñar y producir un elemento adecuado, algunos han sido extraídos de la metodología expuesta en el libro “Como nacen los objetos” (Munari, 1981) y la metodología Design Thinking expuesta en el libro “Las ciencias de lo artificial” (Simon, 2007).

- Definición del problema
- Observación
 - Recopilación de datos
 - Tipologías
 - Tecnologías
 - Ergonomía
 - Funcionalidad
- Análisis
 - Análisis de datos
- Idea (creatividad)
 - Listado de lluvia de ideas
 - Bocetos
 - Alternativas



Selección de alternativas

- Diseño 3D
- CAD
- Modelo de comprobación
- Alternativa final
- Producción
- Tecnologías de procesos de producción
- Ejecución
- Modelo funcional
- Evolución de la propuesta
- Propuesta final
- Comprobaciones
- Test de usabilidad (cuestionario, videos,
- Comprobación ergonómica
- Comprobación de materiales
- Comprobación final
- Implementación



6. Definición conceptual del proyecto

Para el diseño se tendrá en cuenta factores básicos de funcionalidad, producción y seguridad, para llegar a una solución óptima acorde al contexto de la región, que permita cumplir los objetivos del proyecto, siendo asequible para los mercados regionales y buscar una expansión hacia mercados nacionales que conlleven al reconocimiento internacional. A la forma de la semilla de marañón se le extraen figuras geométricas para tomarlas como concepto formal y así obtener una configuración representativa del fruto.

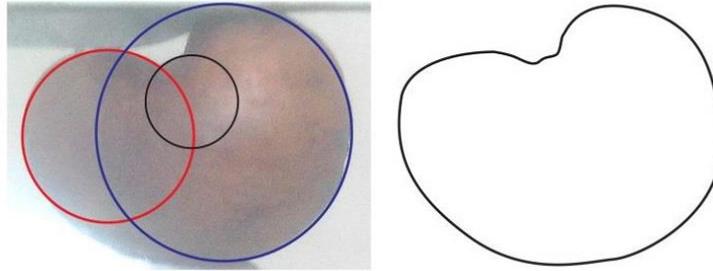


Figura 44. Geometrización de la semilla de marañón. (González, 2016)

La biónica funcional es usada para tomar como concepto las tenazas del alacrán (escorpión); este artrópodo posee pinzas llamadas pedipalpos, con formas adecuadas que permiten sujetar a sus presas para inyectar su veneno y luego ingerirlas, demostrando poder en el corte, asemejando al par de cuchillas que penetran tan solo una parte de la cáscara y que aplican fuerza para abrirla, ya vistas en las herramientas tradicionales de la fábrica y por otras empresas de sus alrededores. Debido a la estructura formal de cada semilla, la irregularidad, la dureza de la cáscara, el patrón costo efectivo, da a entender que una de las mejores opciones para descortezar las almendras es el corte mecánico a través de filamentos. Brindando ideas formales para la implementación.

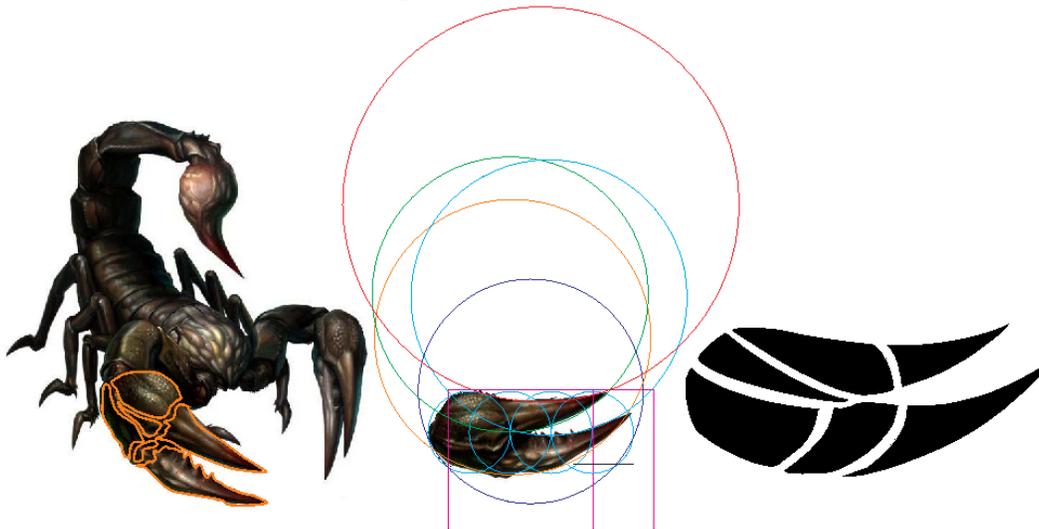


Figura 44. Geometrización de la tenaza del escorpión. (Gonzalez, 2016)

7. Determinantes

Los requerimientos para desarrollar el diseño de este proyecto son basados del libro "Manual de diseño industrial". (Rodríguez, 2002)

Requerimientos	Factor determinante	Factor determinado
Debe agilizar el proceso de descortezado	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de corte de semillas - Sujetador de semillas - Sistema de remoción de cáscara - Sistema para penetrar cáscara 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuchillas en acero inoxidable - Fuerza mecánica - Apertura de cáscara - Filos cortantes
Debe extraer el máximo porcentaje de almendras enteras	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de precisión - Sistema que descortece cualquier tamaño de almendras 	<ul style="list-style-type: none"> - Mecanismo de resortes - Sistema adaptable de precisión
Debe disminuir el tiempo de almacenamiento de la materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de descortezado esté disponible en cualquier momento del procesado - Utilidad duradera - Estructura fuerte que resista al desgaste 	<ul style="list-style-type: none"> - Herramienta mecánica - Materiales metálicos - Ángulos de hierro - Platinas - Acero inoxidable - Varillas - Polímero Pet
Debe agilizar el proceso de alimentación de semillas en el sistema	<ul style="list-style-type: none"> - Portador de semillas - Acondicionar la posición de las semillas - Alimentación para cualquier tamaño de semillas 	<ul style="list-style-type: none"> - Tolva de alimentación - Sistema de transporte acondicionado para semillas - Graduación de tamaño
Debe disminuir el contacto del operario con la semilla descortezada	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de conducción de la semilla descortezada 	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura protectora - Sistema de aislamiento
Debe ser usable en zonas rurales y urbanas	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de acción mecánica - Sistema general permita ser transportado e instalado fácilmente 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza de palancas - Ensamble por tornillería
Debe proteger la integridad del operario	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de carcasa - Sistema que aisle las manos del operario del accionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Carcasa en polímero Pet - Sistema de agarre

La Academia al servicio de la Vida

Debe ser precisa	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de cuchillas capaz de penetrar solo la cáscara y no la almendra - Sistema que transporte la semilla de la forma adecuada - Sistema que se adapte a cualquier tamaño de semilla 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de precisión a través de resortes - Sistema de encajes para transporte de semillas - Graduación de los sistemas de corte
Debe ser asequible para las empresas de la región	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricación con tecnología local - Máximo número de materiales estandarizados 	<ul style="list-style-type: none"> - Ángulos, tornillos - Platinas, tuercas - Varillas, resortes - Láminas de metal
Debe poseer materiales inertes (no contaminantes)	<ul style="list-style-type: none"> - Acero inoxidable y polietileno de alta densidad (PET) HD 	<ul style="list-style-type: none"> - Acero inoxidable - Polietileno (Pet)

8. Investigación de sistemas de corte

En esta etapa se realiza una búsqueda de los posibles sistemas que permitan accionar un corte para poder descortezar las semillas y así extraer la almendra entera, teniendo en cuenta las propiedades rígidas de la cáscara.

Listado de lluvia de ideas:

Accionamientos

- Acción mecánica

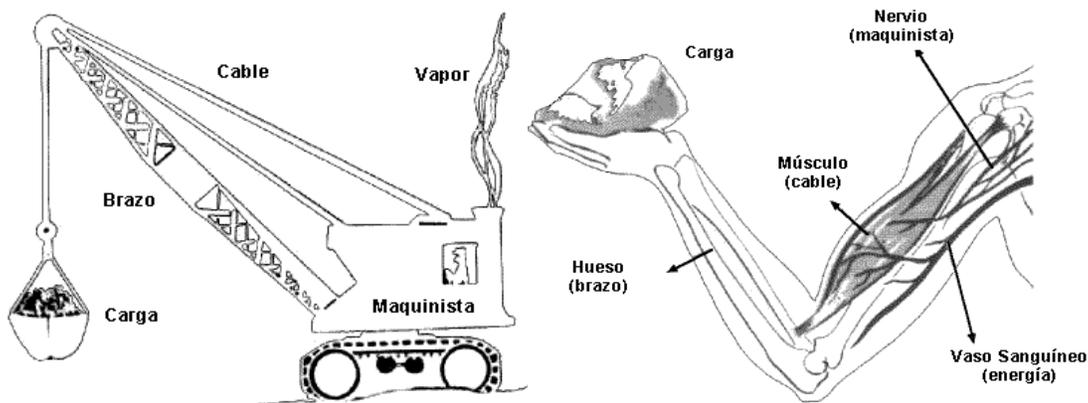


Figura 45. Acción mecánica de máquina y muscular (Pardo C, 2015) Mecánica, Tema 1. Vectores. Centros de gravedad. Cargas distribuidas. [Imagen] De <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/mecanica/materiales-de-clase-1/01-Vectores.pdf>

° Presión de palanca

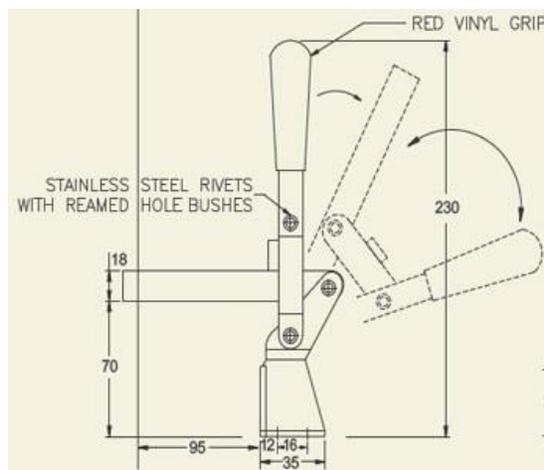


Figura 46. Acción de palanca mecánica (ToolFast, 2014) [Imagen] De <http://www.toolfastclamps.com/hold-down-toggle-clamp-vertical-handle-right-angle.html>

° Accionamiento de poleas

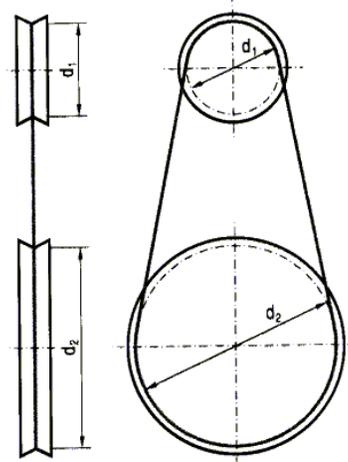


Figura 47. Sistema de poleas y correas. (González J, 2014) [Imagen] De <http://almez.pntic.mec.es/jgonza86/Sistemas%20de%20poleas%20y%20correas.htm>

• Acción eléctrica

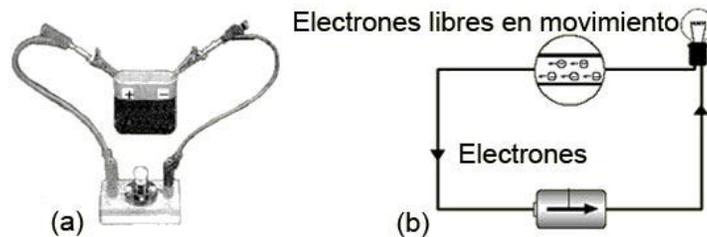


Figura 48. Esquema de corriente eléctrica (Conevyt, 2015) [Imagen] De http://www.conevyt.org.mx/cursos/cursos/cnaturales_v2/interface/main/recursos/antologia/cnant_2_15.htm

Presión de botones

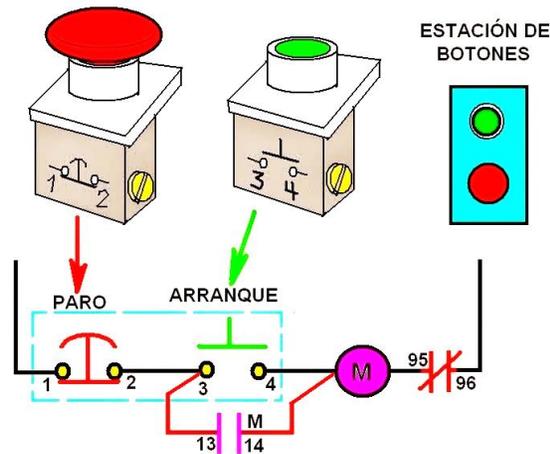


Figura 49. Estaciones de botones pulsadores para arranque de un motor (Coparoman, 2014) [Imagen] De <http://coparoman.blogspot.com.co/2014/03/estaciones-de-botones-pulsadores-para.html>

Accionamiento digital

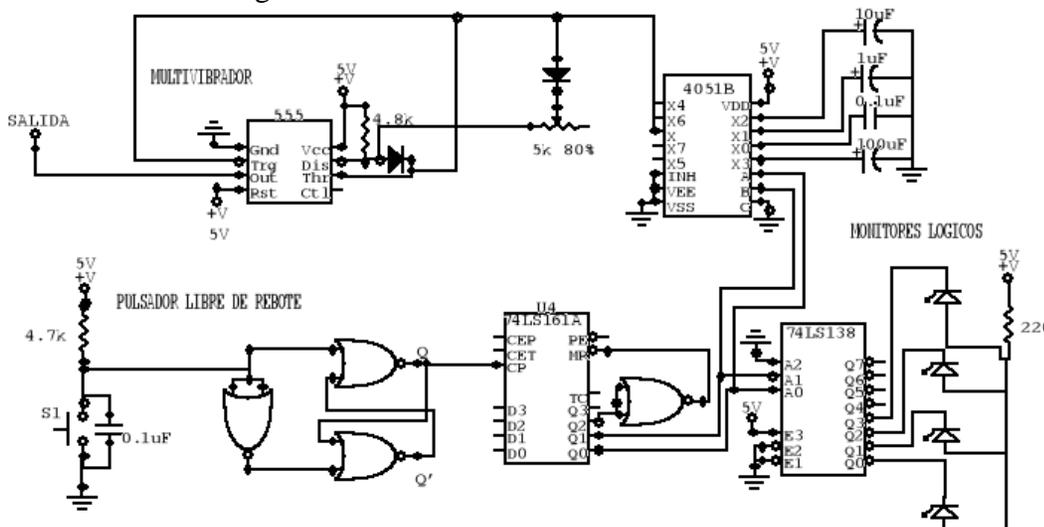


Figura 50. Circuito integrado estable (Tocci R, 2014) Laboratorio de circuitos digitales II [Imagen] De <http://html.rincondelvago.com/circuito-integrado-555-como-astable.html>

Acción por combustión

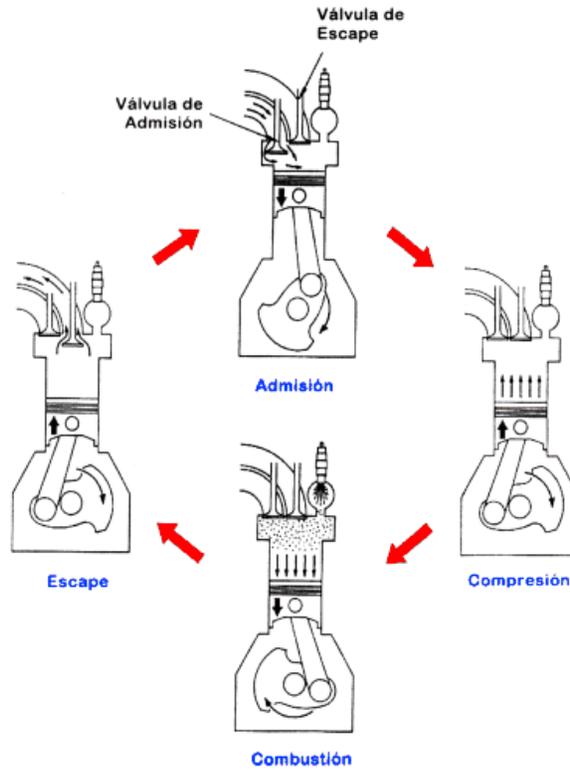


Figura 51. Funcionamiento del motor Diesel de 4 ciclos (Coches, 2013) Mecánica del motor [Imagen] De [http://debates.coches.net/showthread.php?57611-Mec%Elnica-del-motor-\(II\)-conocimientos-b%Ellicos-\(continuaci%F3n\)](http://debates.coches.net/showthread.php?57611-Mec%Elnica-del-motor-(II)-conocimientos-b%Ellicos-(continuaci%F3n))

° Uso de motor

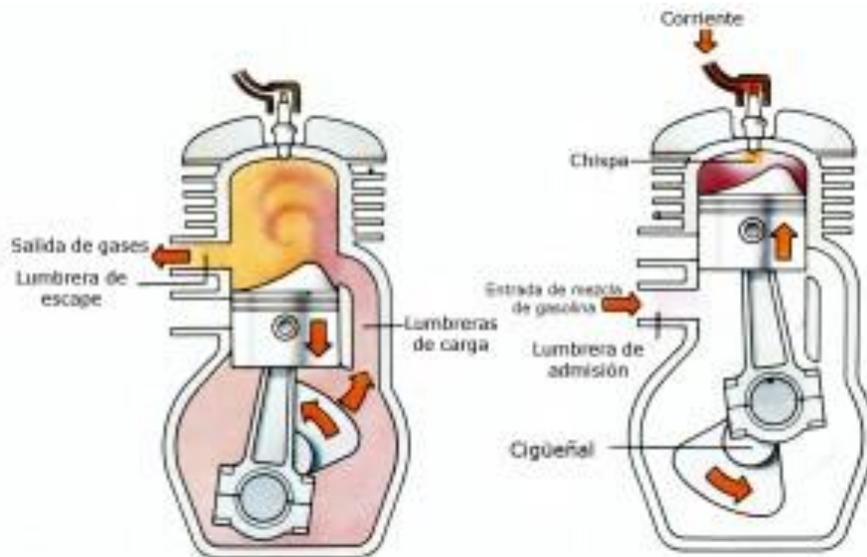


Figura 52. Motor de gasolina (Surgarden, 2016) Motor de motosierra [Imagen] De <http://www.surgarden.es/blog/motosierra-ii-motor-de-gasolina/>

° Contenedor de combustible

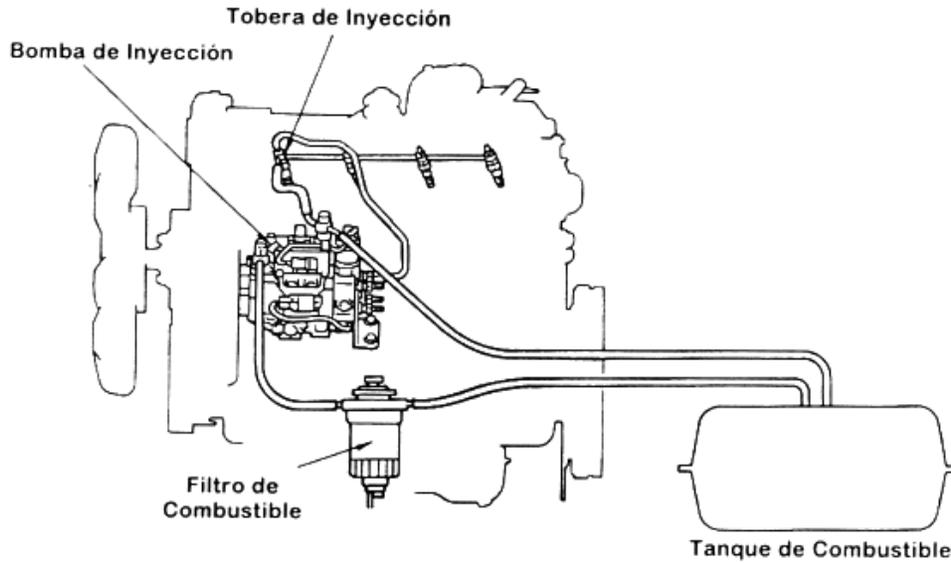


Figura 53. Diagrama del sistema del equipo de combustible (Coches, 2013) Mecánica del motor [Imagen] De [http://debates.coches.net/showthread.php?57611-Mec%El%nica-del-motor-\(II\)-conocimientos-b%El%licos-\(continuaci%F3n\)](http://debates.coches.net/showthread.php?57611-Mec%El%nica-del-motor-(II)-conocimientos-b%El%licos-(continuaci%F3n))

° Tanque de almacenaje

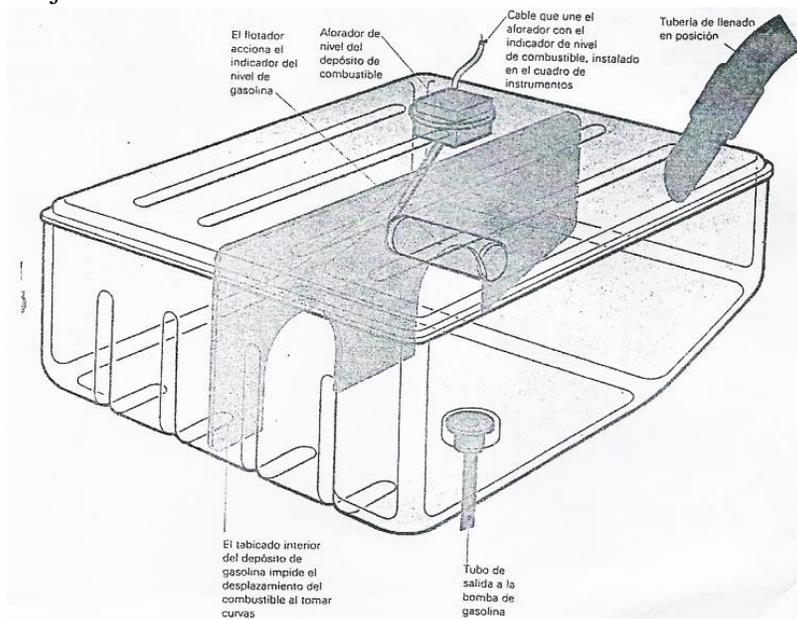


Figura 54. Depósito de gasolina (Leiva R, 2012) Sistema de alimentación y carburación [Imagen] De <http://www.taringa.net/post/info/11212056/Sistema-Alimentacion-y-Carburacion.html>

Acción por energía solar

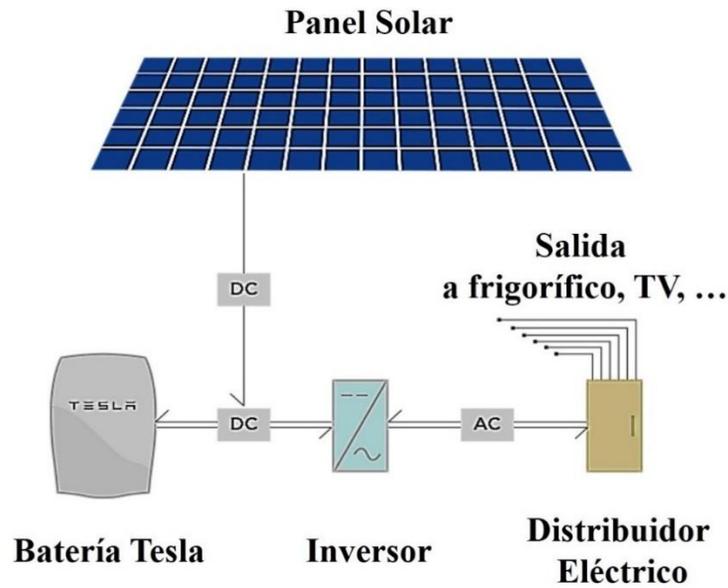


Figura 55. Sistema de energía solar (Mártel I, 2015) La batería Tesla: el autoconsumo energético al alcance de la mano [Imagen] De <http://blogs.publico.es/economuestra/2015/05/28/la-bateria-tesla-y-el-autoconsumo-electrico/>

° Paneles solares

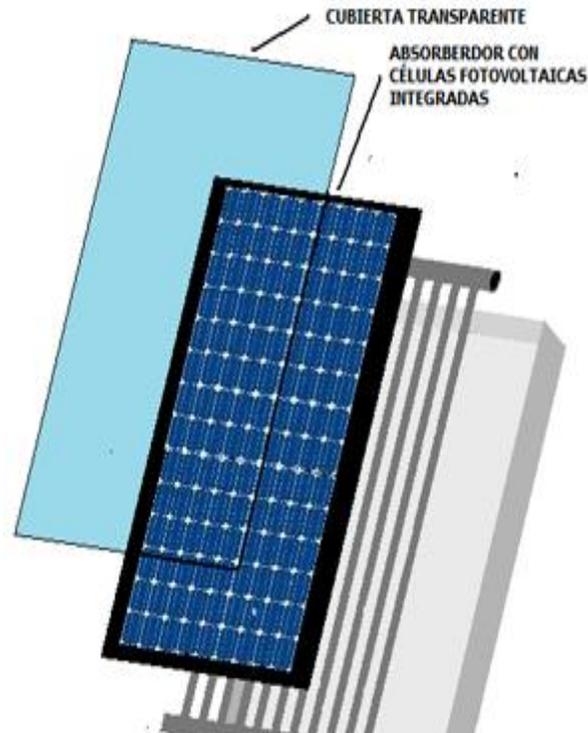


Figura 56. Paneles solares híbridos. Aprovechan la energía solar fotovoltaica y la energía solar térmica. (Prieto R, 2012) Energías renovables y limpias: solar, eólica, geotérmica, hidráulica y mareomotriz. [Imagen] De <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com.co/2012/07/paneles-solares-hibridos.html>

° Baterías recargables

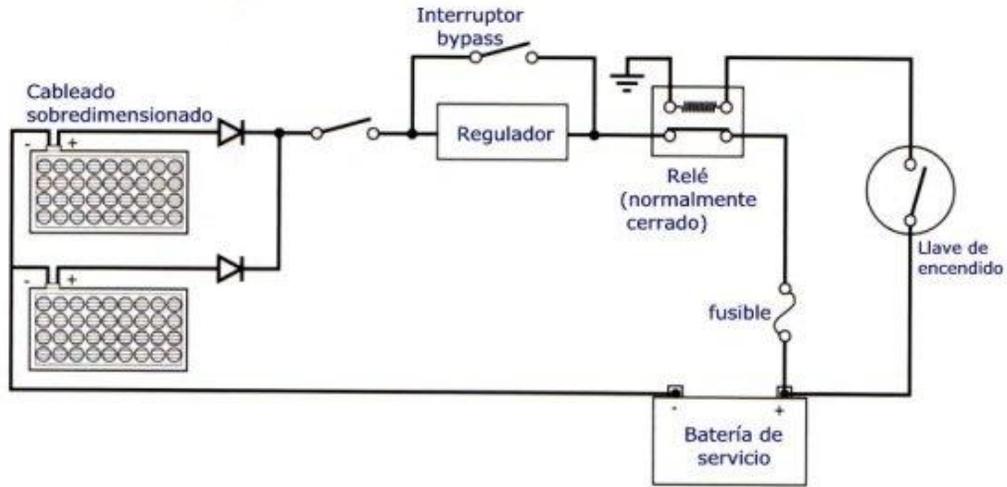
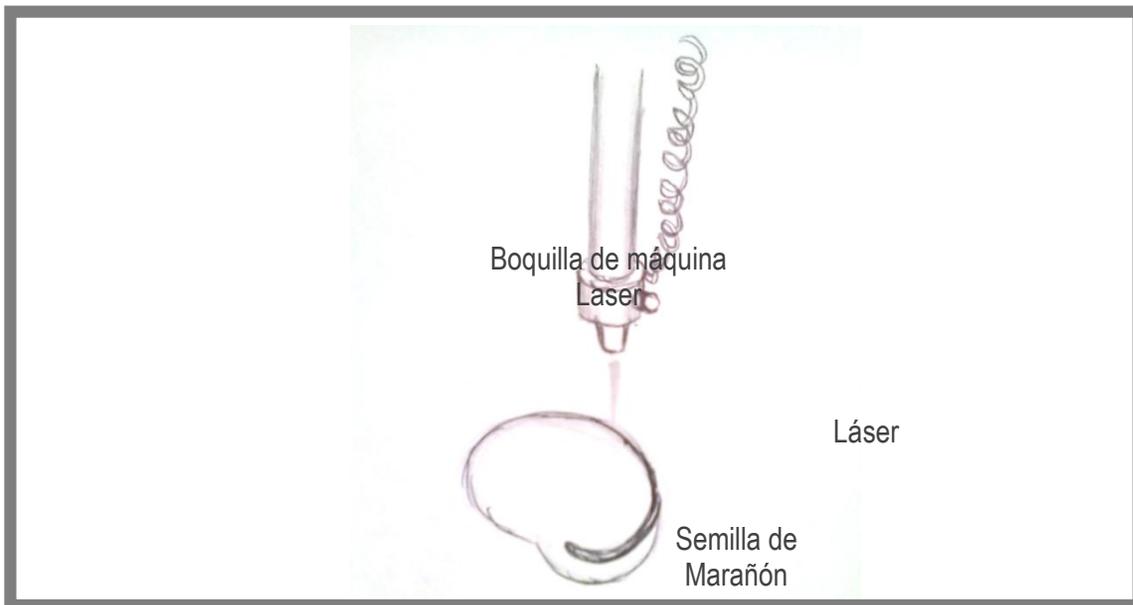


Figura 57. Sistema de batería solar (Living, 2015)
 [Imagen] De <http://living9.xyz/solares/placas-solares-para-cargar-baterias>

Bocetos

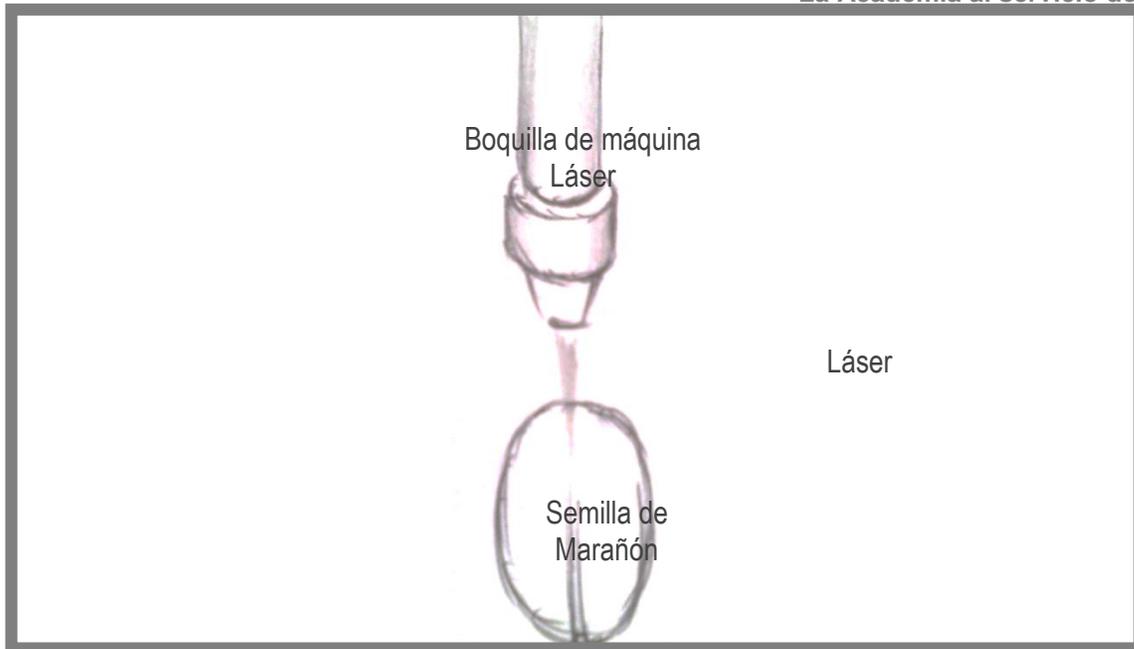
(Conceptos de aplicación adaptados al descortezado a través de sistemas de corte encontrados en el mercado)

- Corte láser



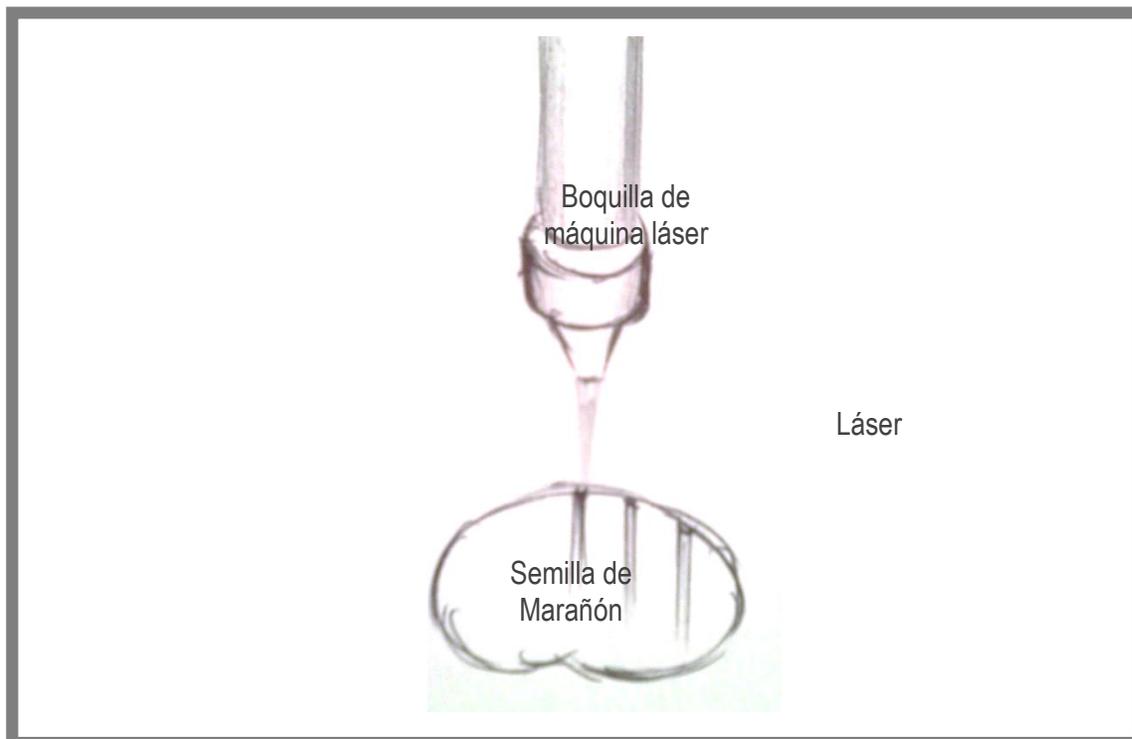
Boceto de corte láser programado por computador (González A, 2015)

° corte longitudinal



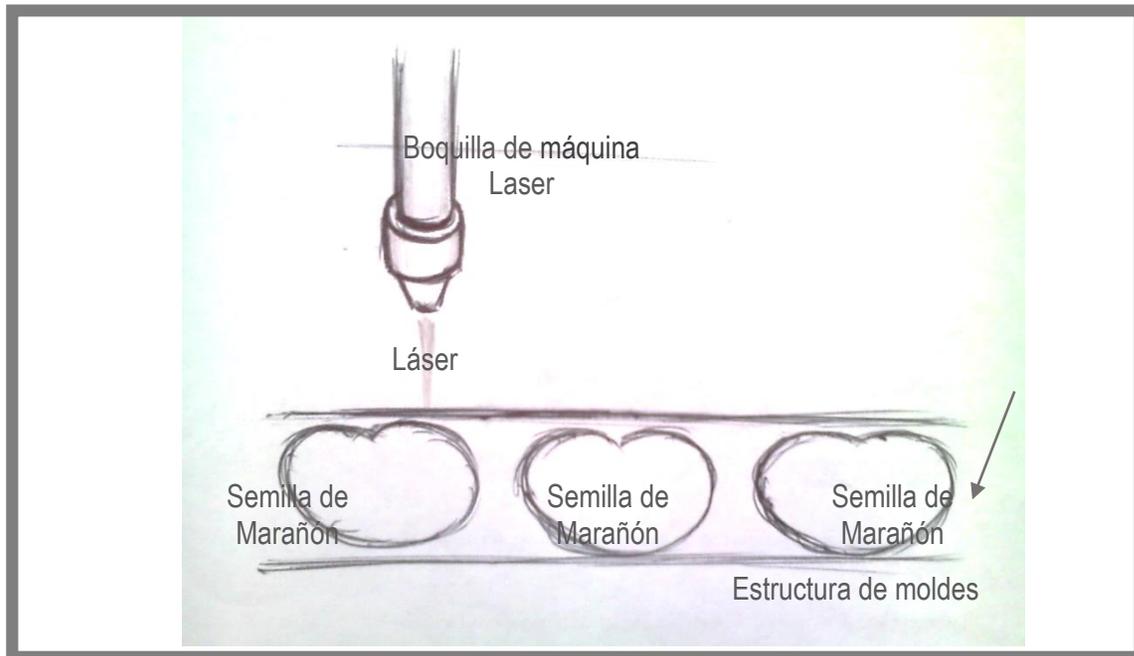
Boceto de corte laser longitudinal con división de almendra por la mitad (González A, 2015)

° corte transversal



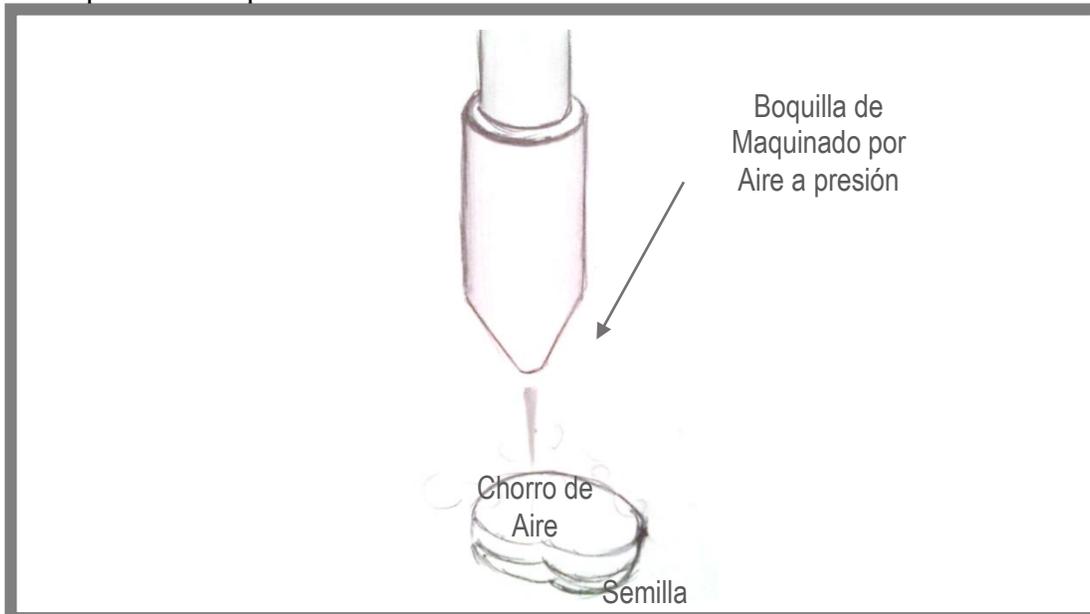
Boceto de corte laser transversal con quebradura a la mitad (González A, 2015)

Corte de forma bordeado



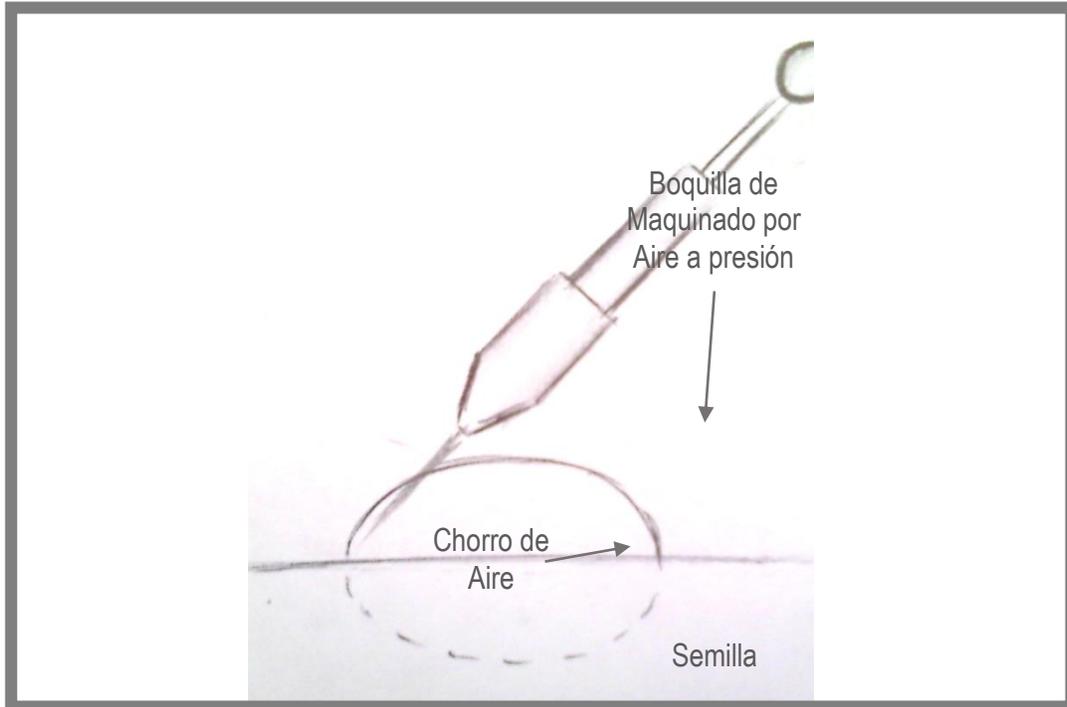
Boceto de corte laser seriado dirigido por computador (González A, 2015)

Corte por aire comprimido



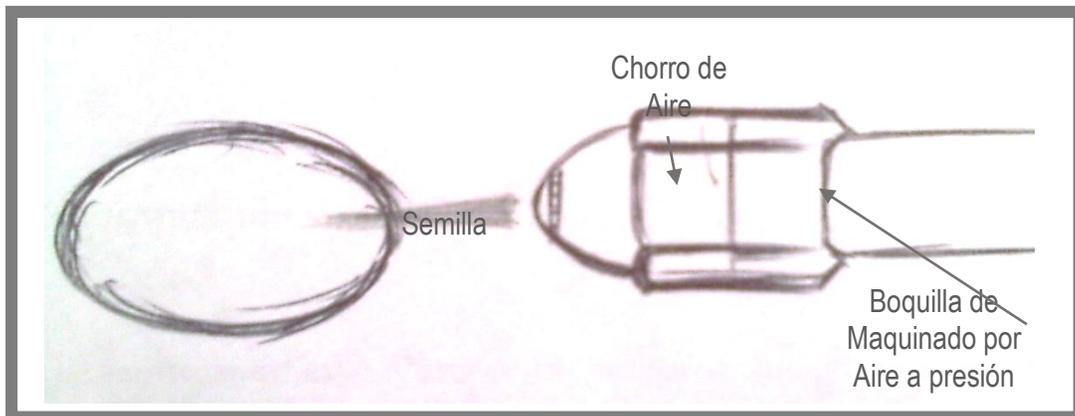
Boceto de sistema de corte de forma por aire comprimido dirigido por computador (González A, 2015)

Maquinado por chorro de aire manual



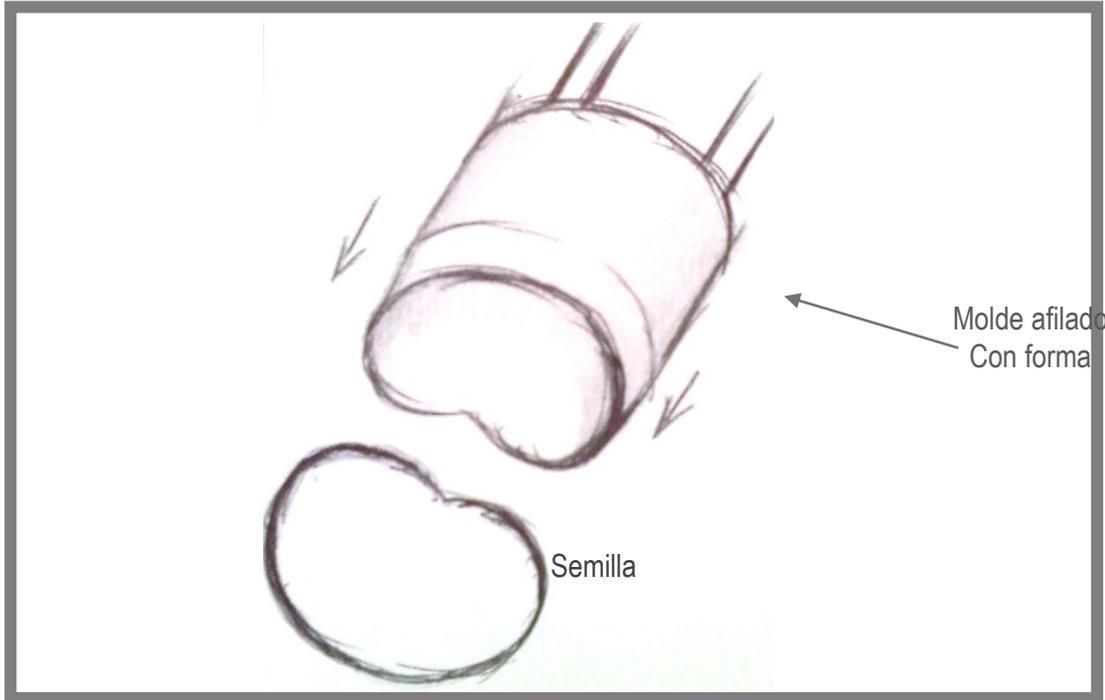
Boceto de sistema de corte por aire comprimido dirigido manualmente (González A, 2015)

° Chorro de aire comprimido automático



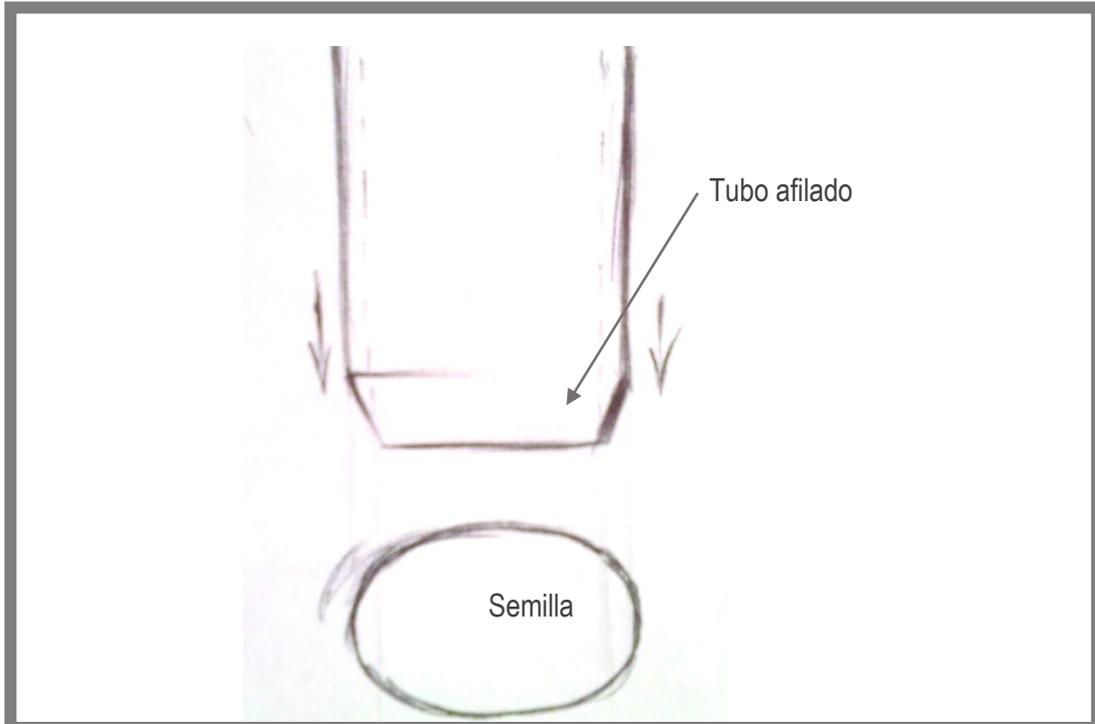
Boceto de sistema de corte transversal por aire comprimido (González A, 2015)

Corte por molde afilado- Troquelado



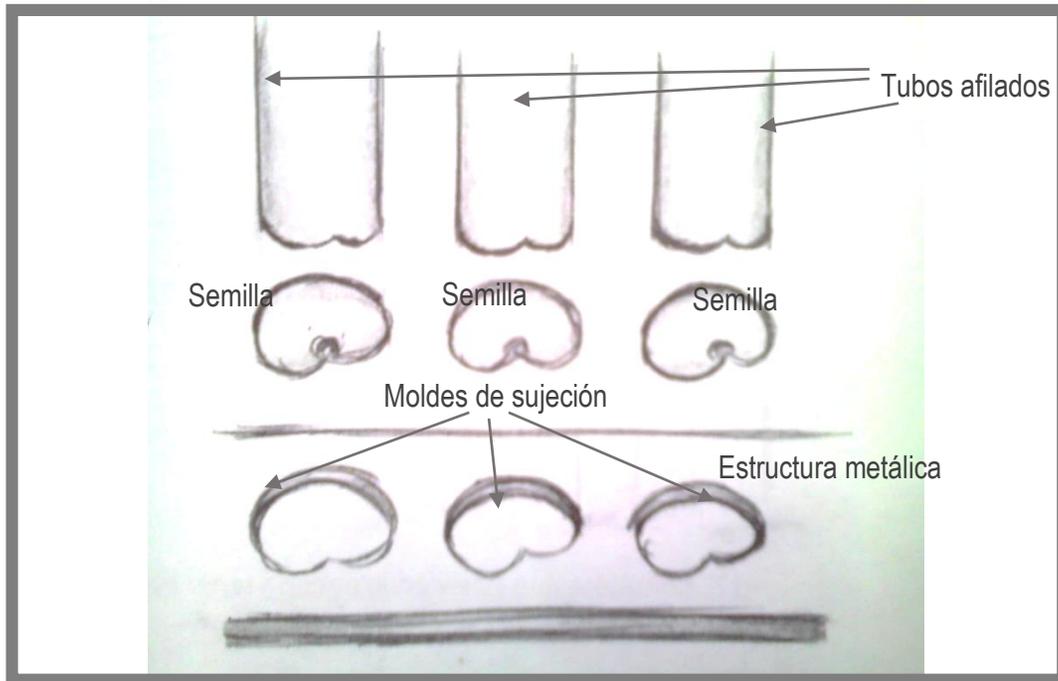
Boceto de sistema de corte por troquelado (González A, 2015)

° Tubo cuchilla con forma de semilla



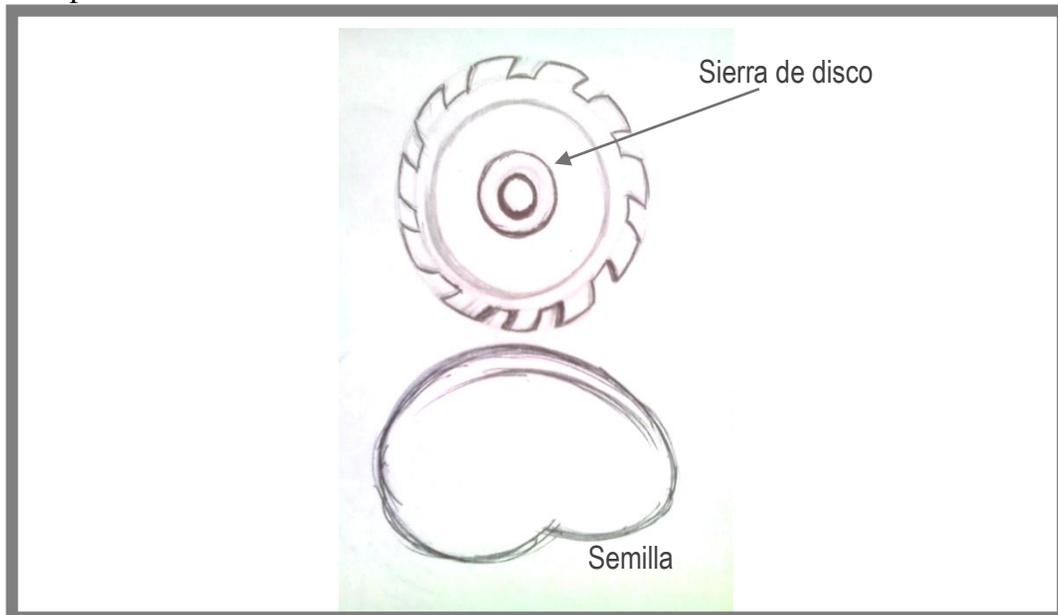
Boceto de sistema de corte por tubo afilado mecánico (González A, 2015)

Moldes accionados consecutivamente

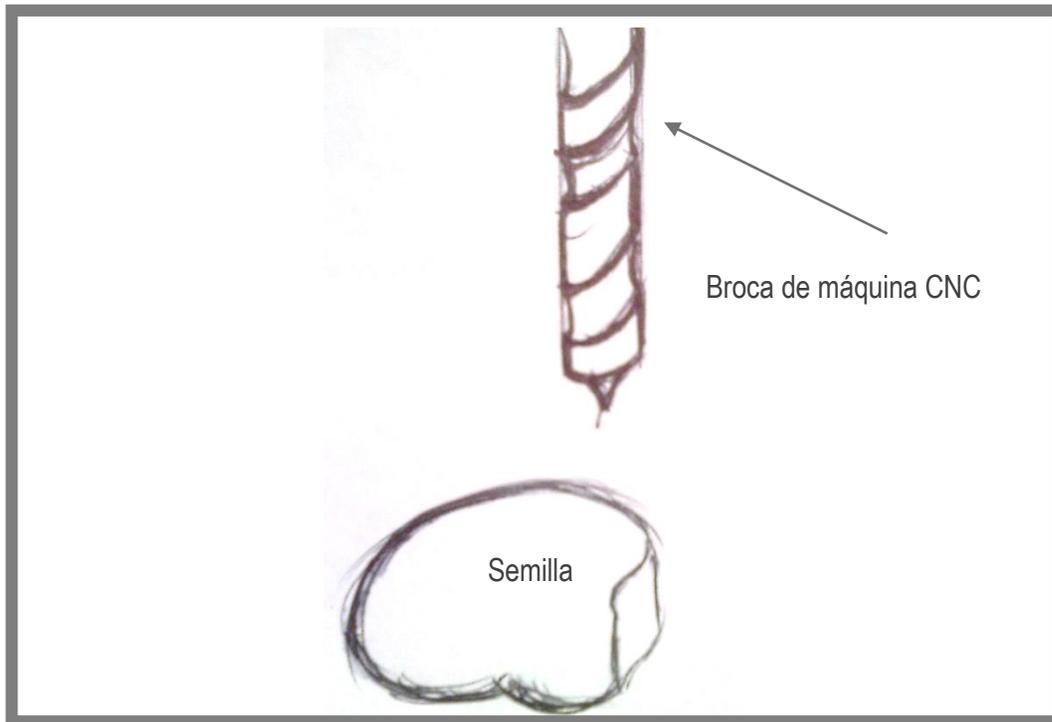


Boceto de sistema de corte por moldes afilados de acción consecutiva (González A, 2015)

- Corte por sierra



Boceto de sistema de corte por sierra de disco (González A, 2015)



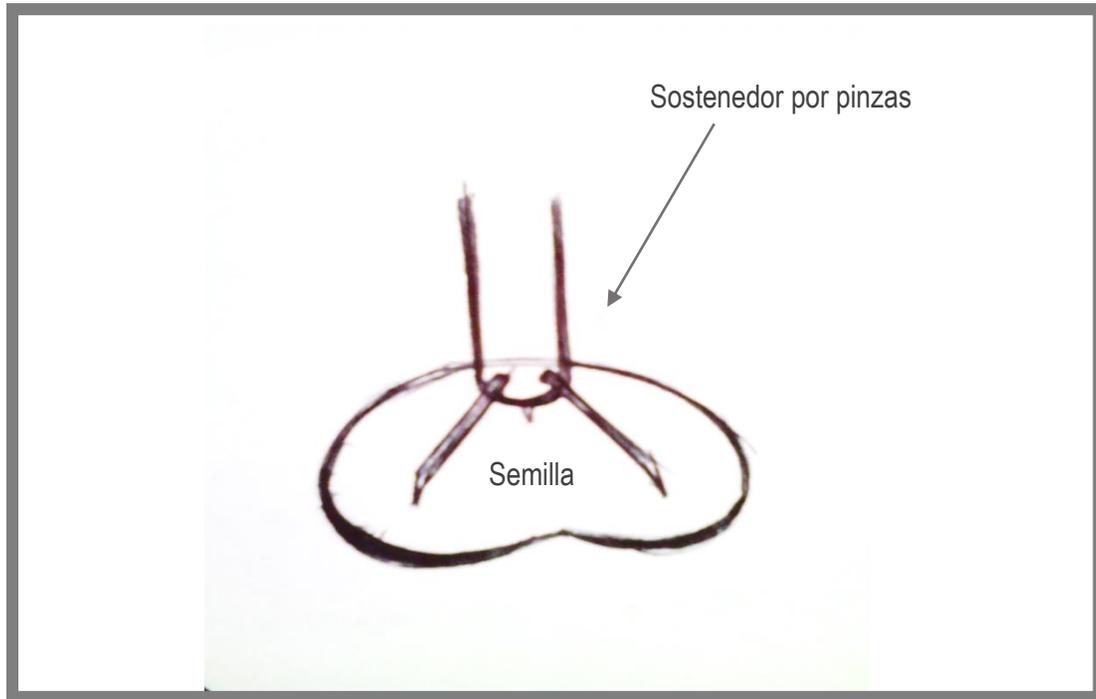
Boceto de sistema de corte por CNC (González A, 2015)

- Corte por ultrasonido



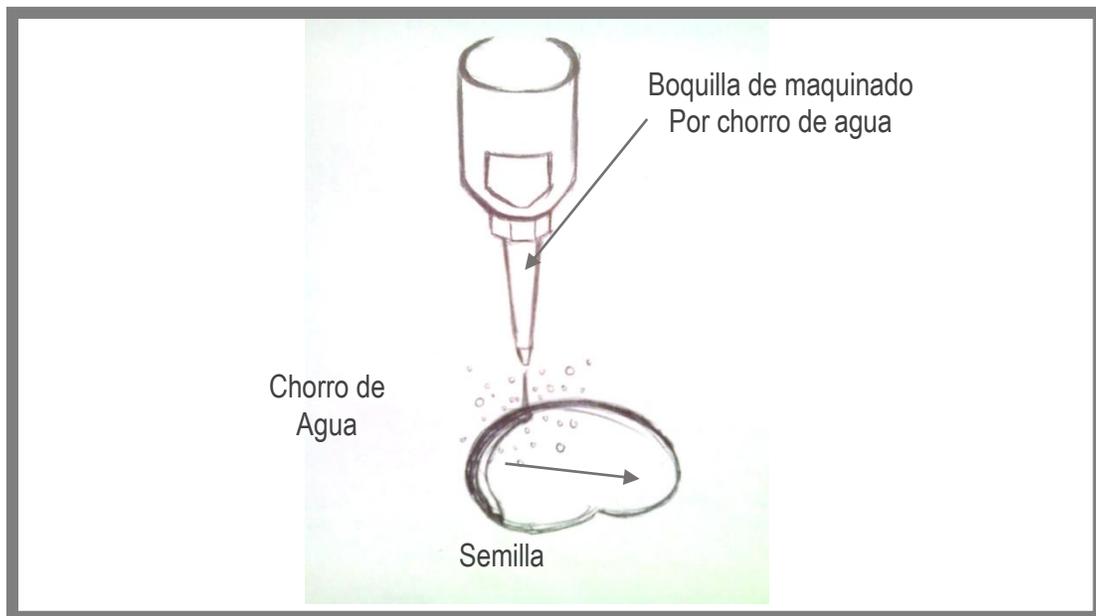
Boceto de sistema de corte por ultrasonido (González A, 2015)

° Sostenedor de semilla para recibir corte



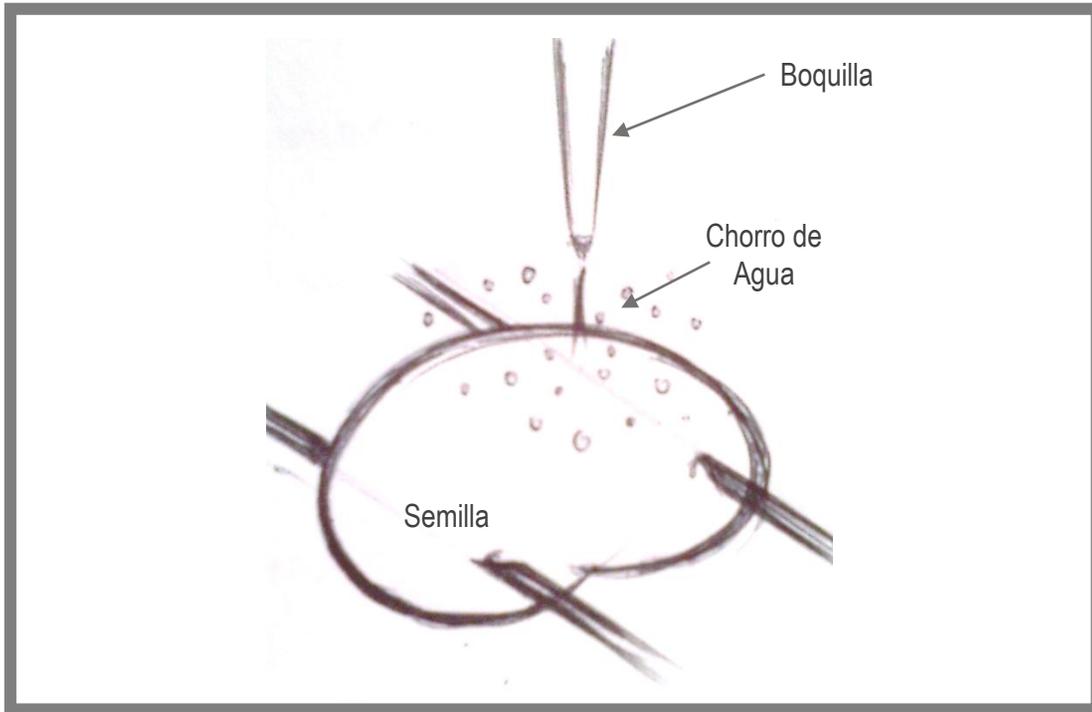
Boceto de sistema para sostener las semillas en el corte (González A, 2015)

- Corte por chorro de agua



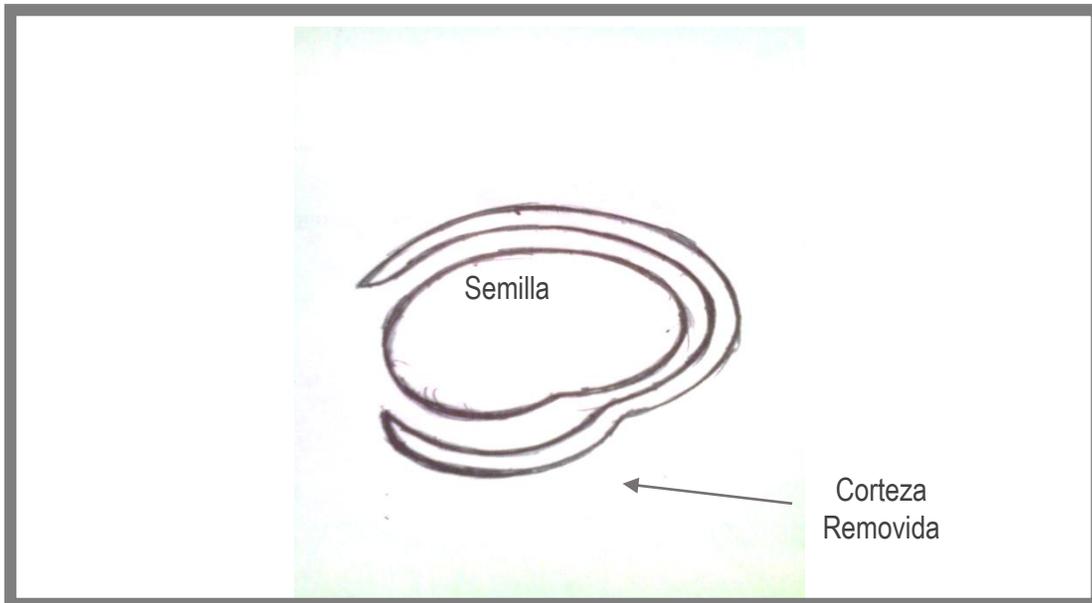
Boceto de sistema de corte por chorro de agua (González A, 2015)

° Sostenedor de semilla



Boceto del sistema sostenedor de semilla para el corte (González A, 2015)

° Remoción de corteza



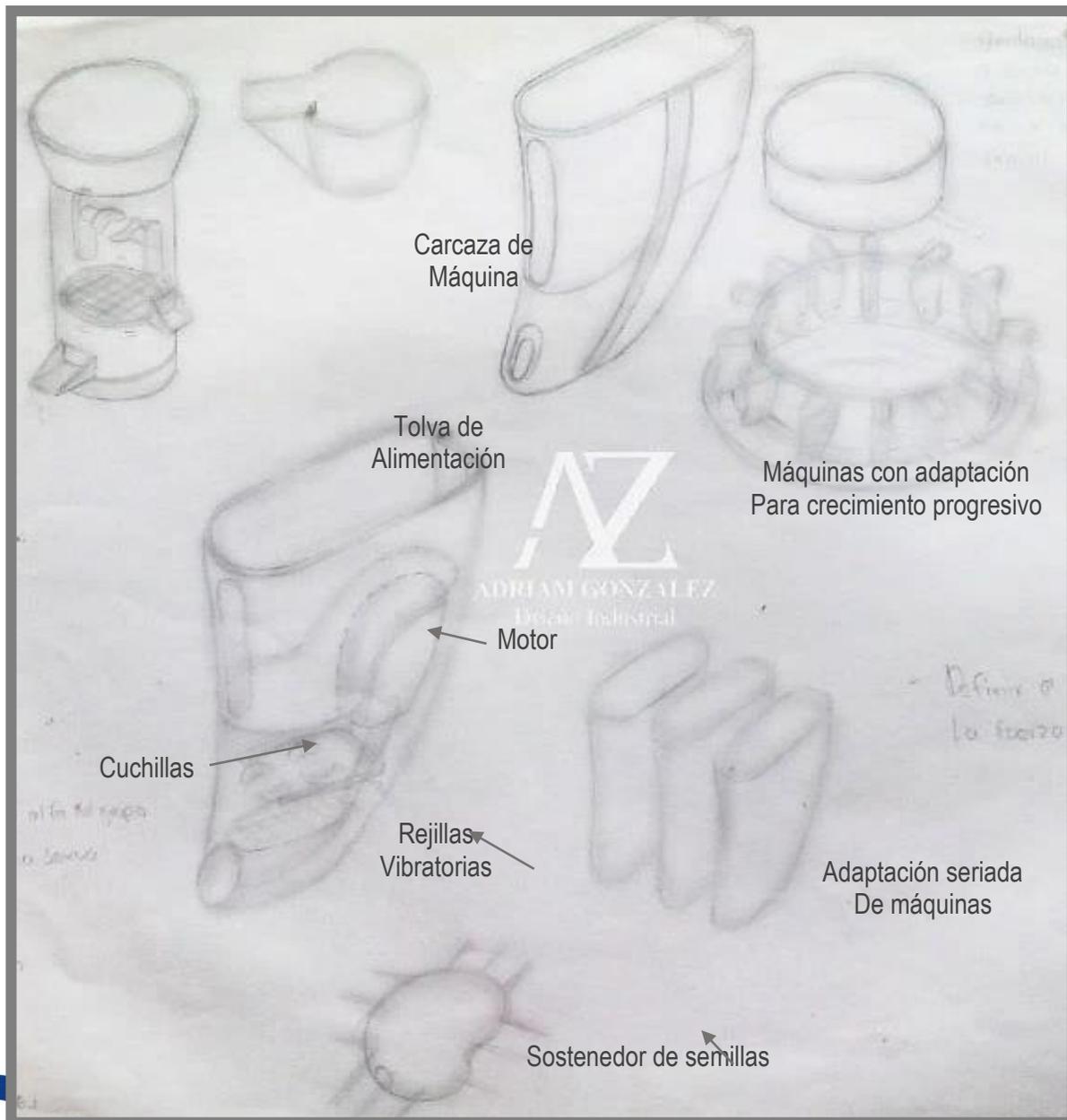
Boceto de la forma de remoción de la corteza (González A, 2015)

Sistema de corte seleccionado (corte mecánico)

Después del análisis de los diferentes cortes se llega a la conclusión que el sistema que mejor se adapta a los requerimientos planteados es el sistema de corte mecánico, ya que estamos hablando de un sistema que requiere de materiales que se pueden desarrollar con tecnología local, siendo de más fácil adquisición en comparación de las tecnologías avanzadas de cortes que se vieron en el punto anterior.

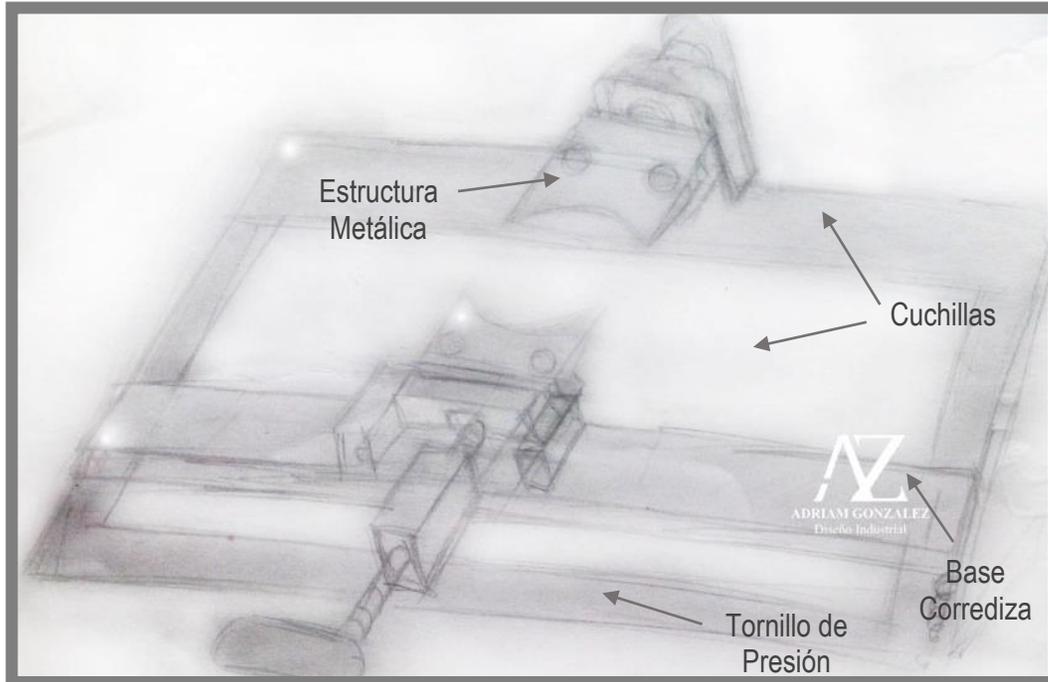
De aquí en adelante se plantean ideas para el desarrollo de dicho elemento:

- Corte mecánico por cuchillas

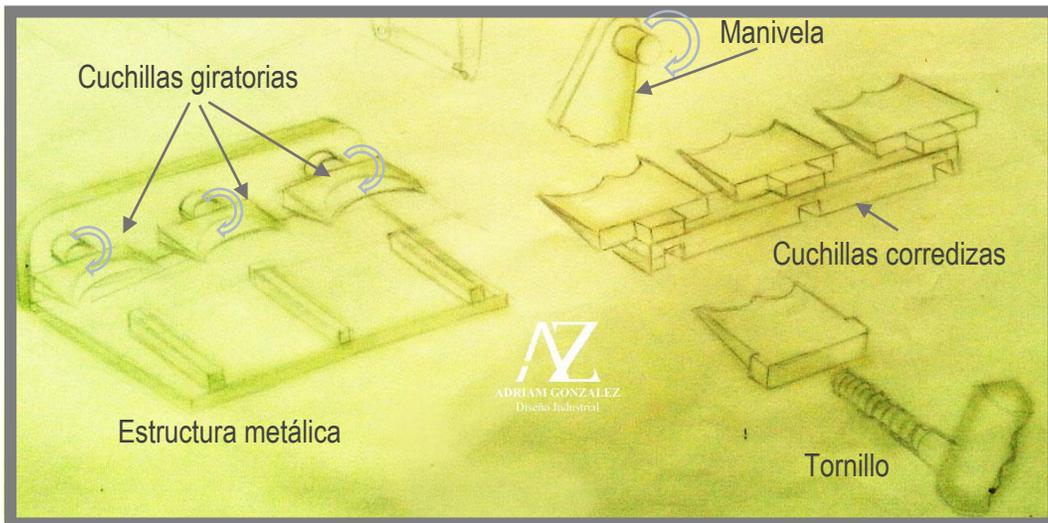


Boceto de herramienta automatizada con cuchillas y rejillas vibratorias (González A, 2015)

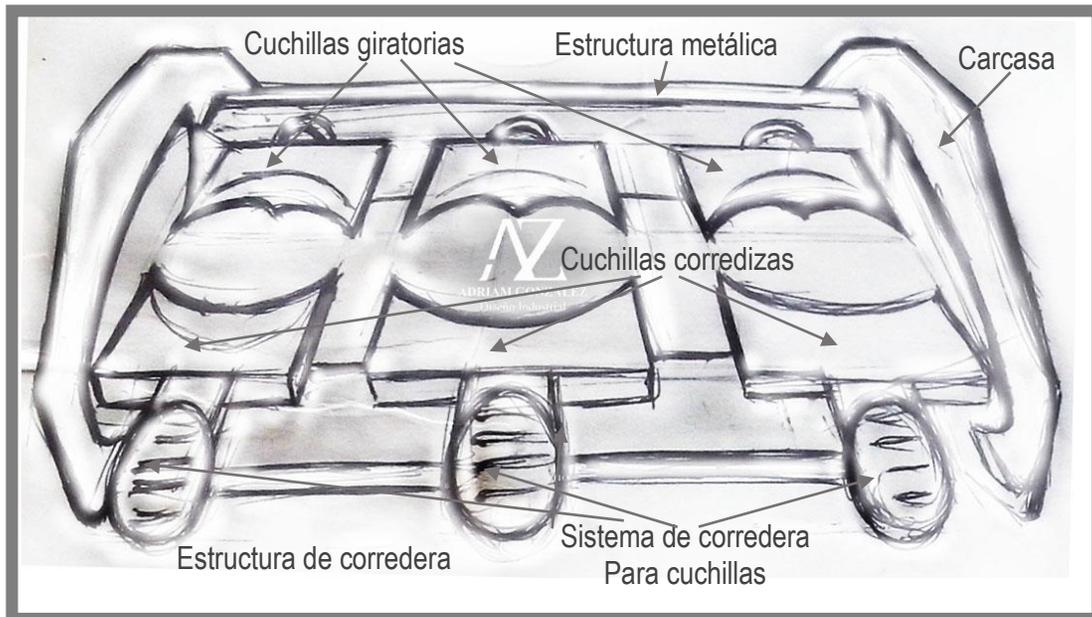
° Presión y giro de par de Cuchillas



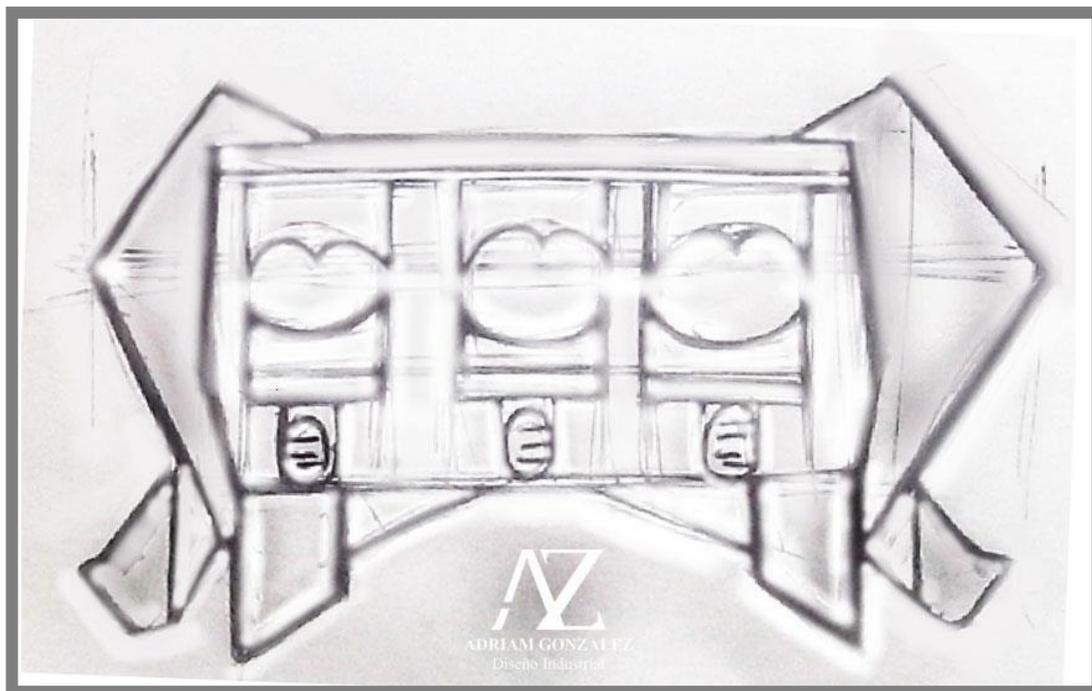
Boceto de sistema de corte por presión de cuchillas (González A, 2015)



Boceto del sistema consecutivo de corte por presión y giro de cuchillas (González A, 2015)

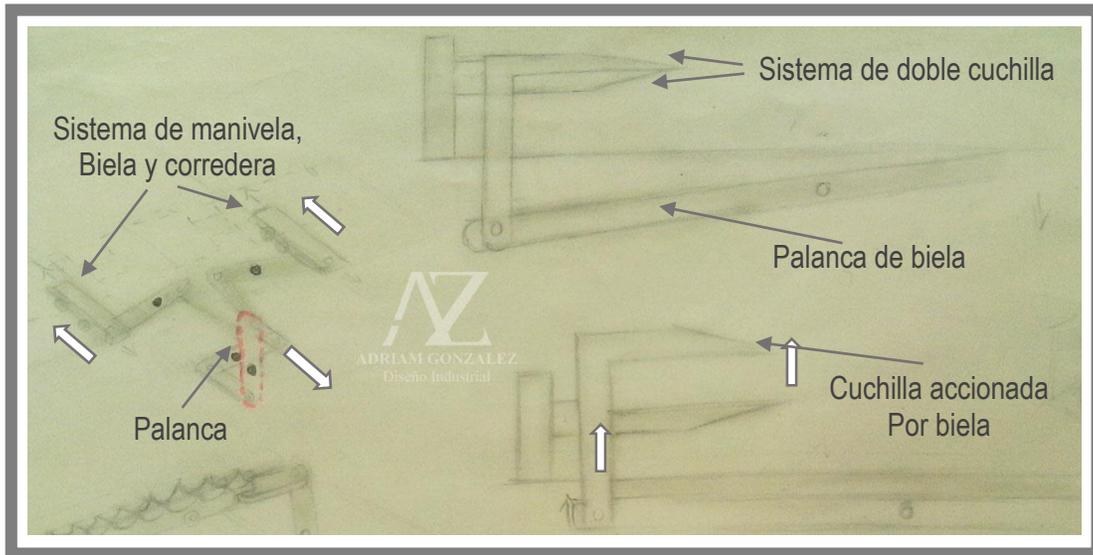


Boceto de herramienta mecánica con sistema consecutivo de corte por presión y giro de cuchillas (González A, 2015)

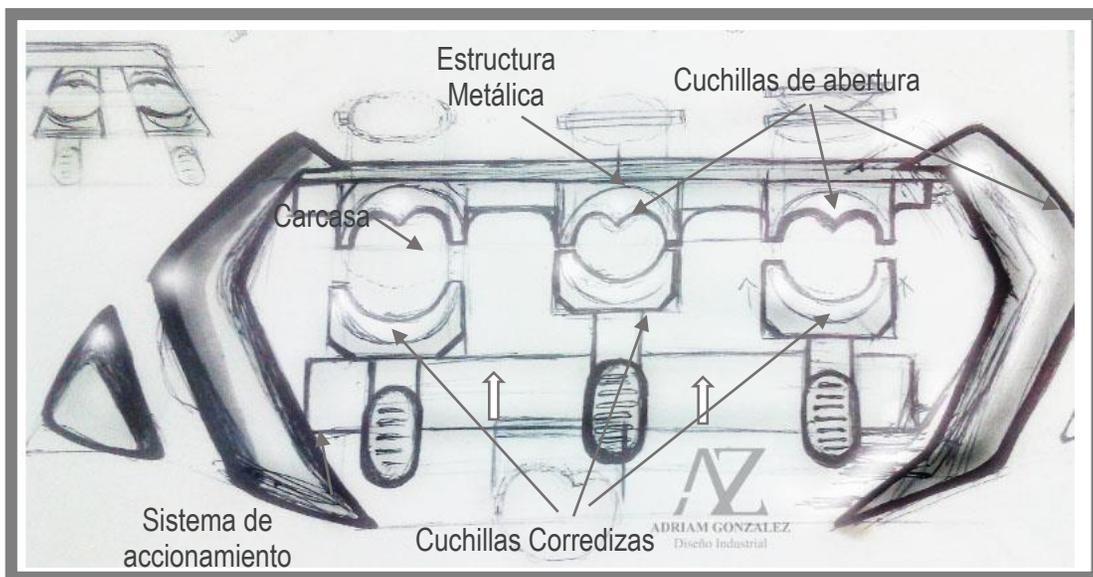


Boceto propuesta de carcasa para herramienta mecánica (González A, 2015)

° Presión y separación de cuchillas

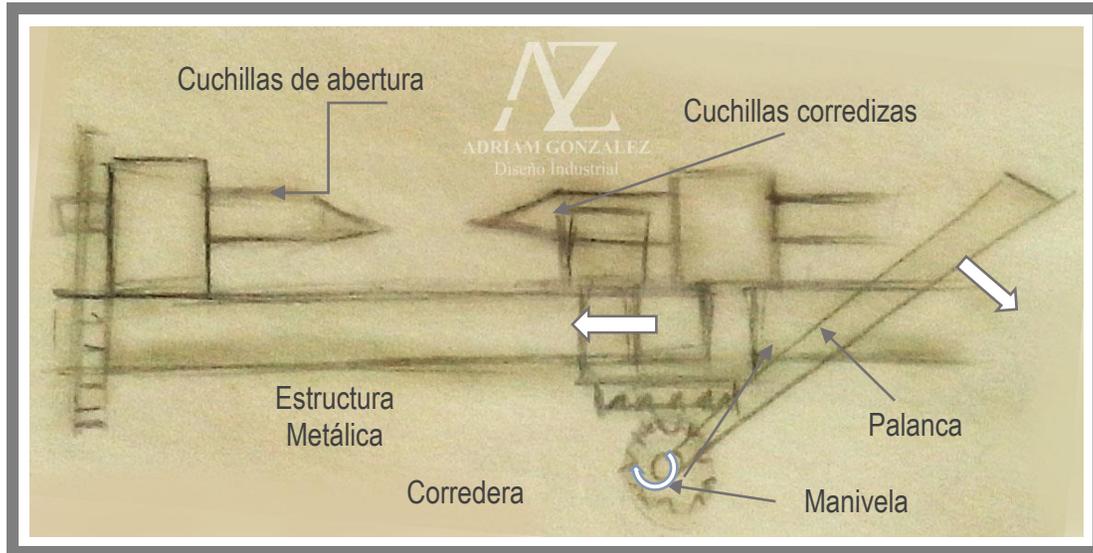


Boceto sistema mecánico de presión y separación de cuchillas (González A, 2015)

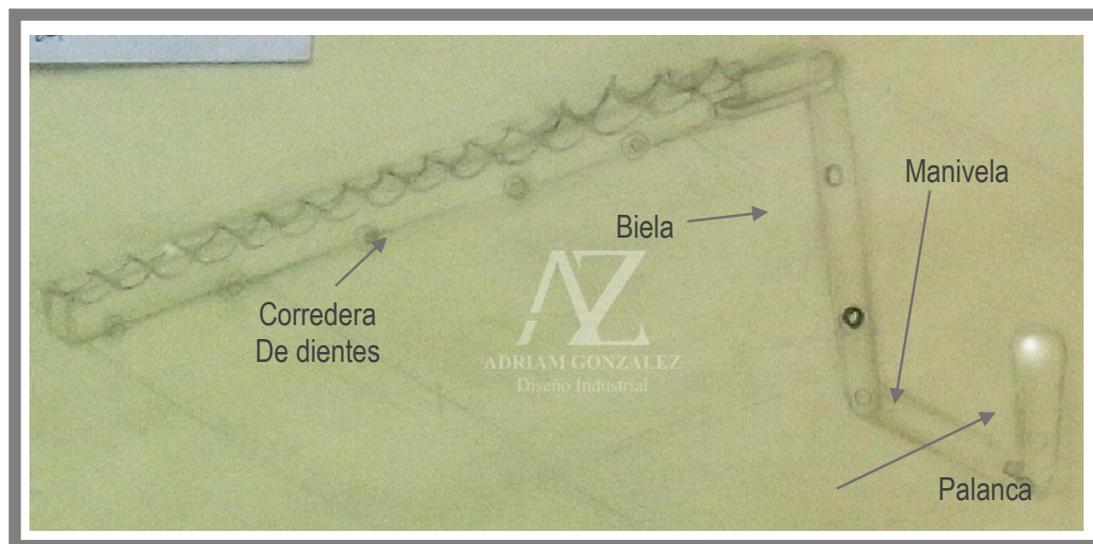


Boceto propuesta herramienta de sistema mecánico de presión y separación de cuchillas (González A, 2015)

° Presión de palanca

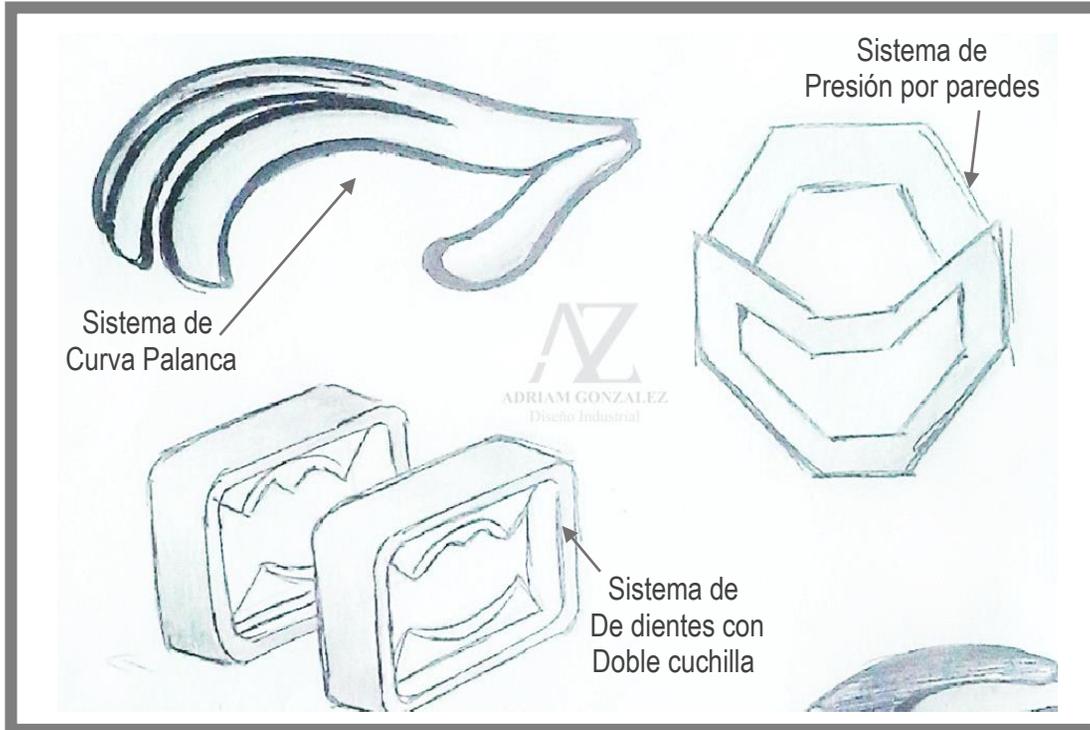


Boceto de sistema mecánico por presión de palanca (González A, 2015)



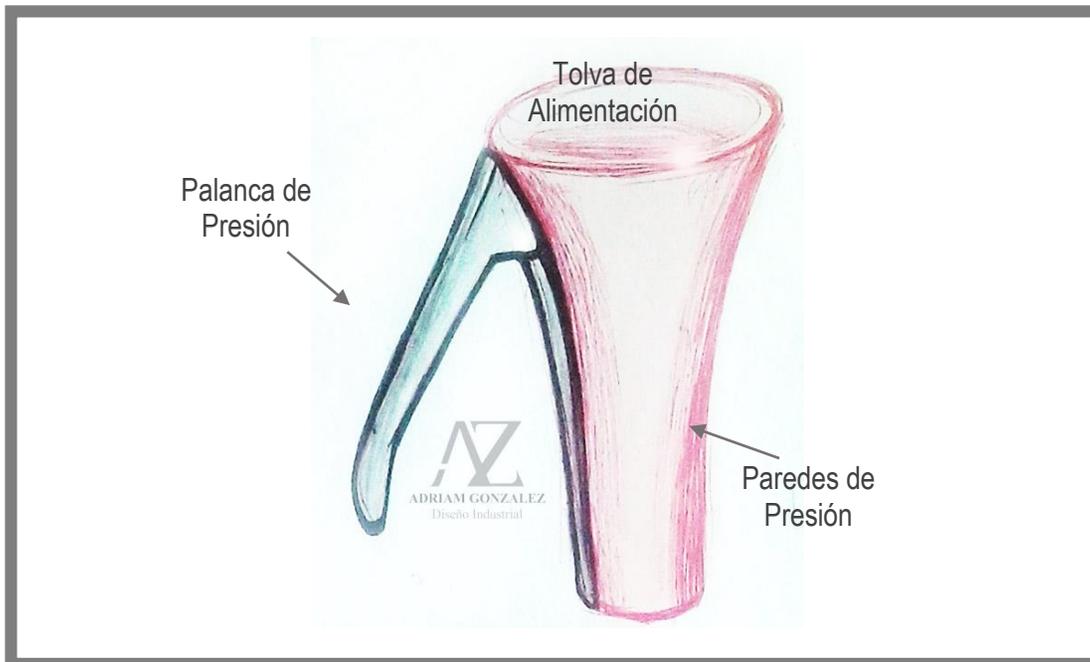
Boceto de sistema mecánico por presión de palanca con corredera de dientes (González A, 2015)

Quebradura por presión



Bocetos de sistemas de presión por paredes (González A, 2015)

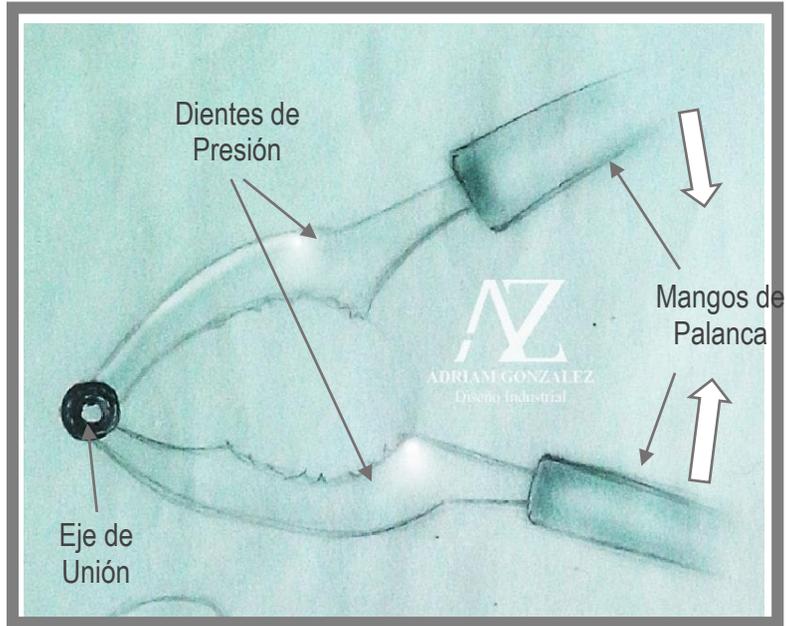
Quebradura cascanueces



Boceto de sistema de presión por paredes de cascanueces (González A, 2015)

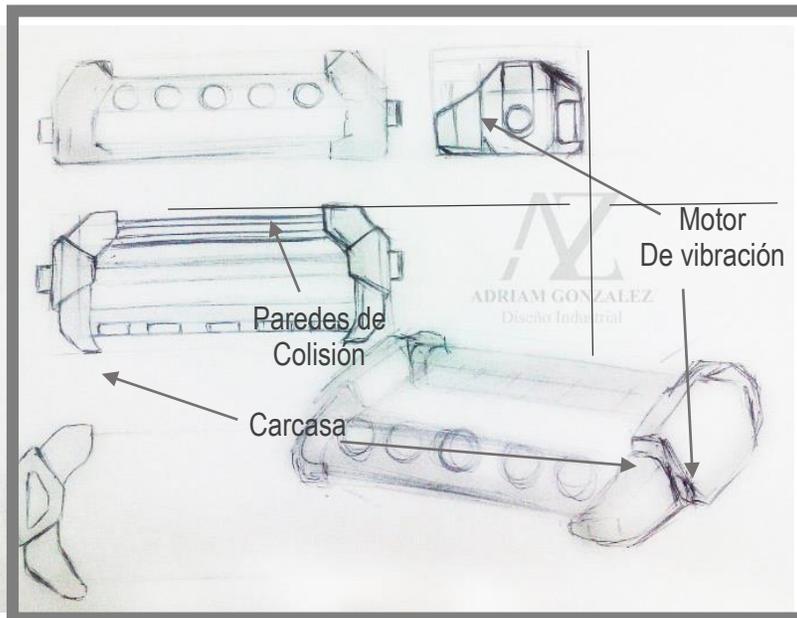
Presión de paredes

My name is AZ



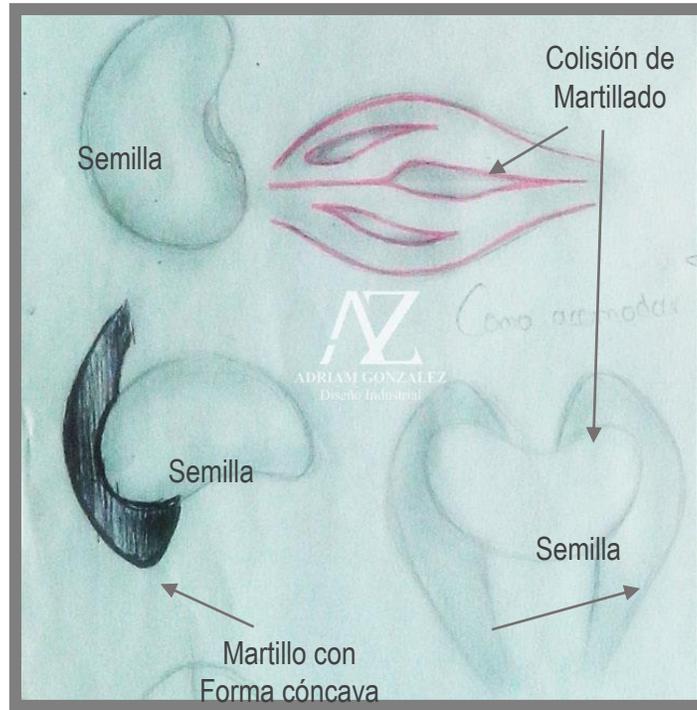
Boceto de sistema de presión por paredes de cascanueces (González A, 2015)

- Quebradura por colisión



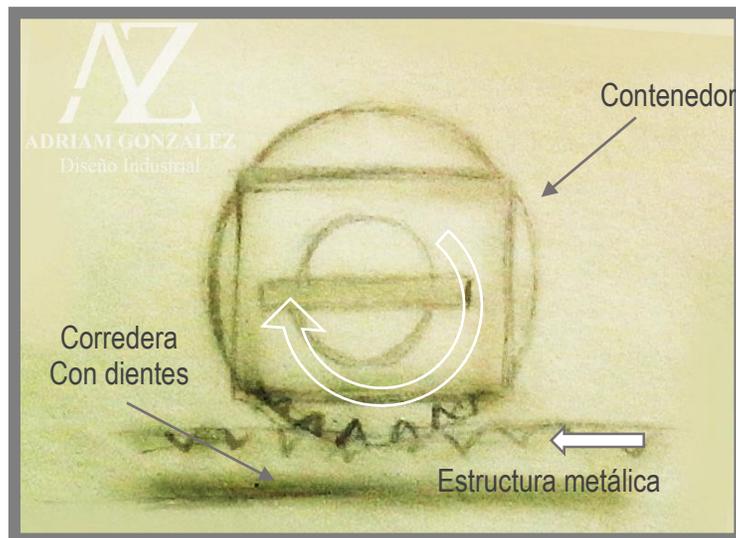
Boceto de sistema de colisión de semillas (González A, 2015)

Impacto por presión neumática



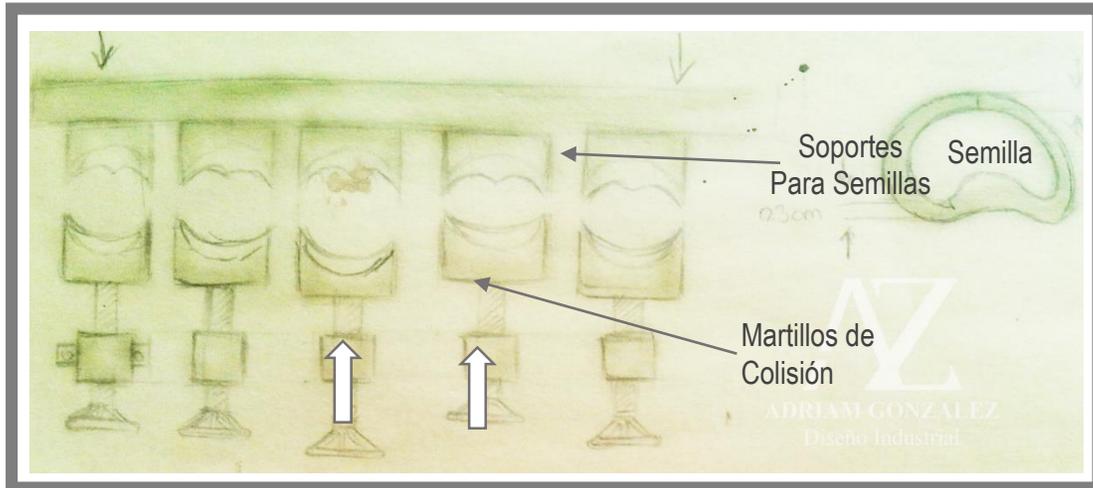
Boceto de sistema de quebradura por martillado (González A, 2015)

Colisión por giro cilíndrico



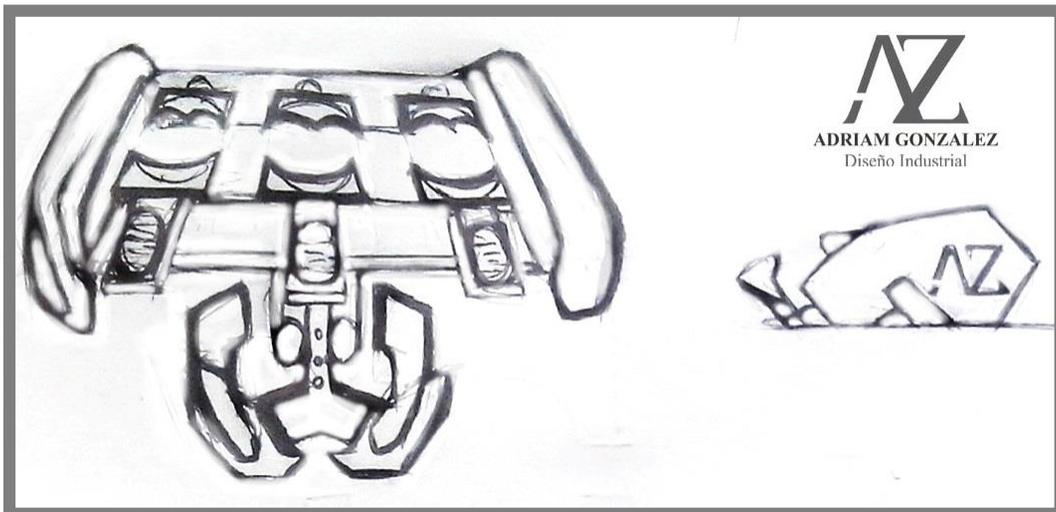
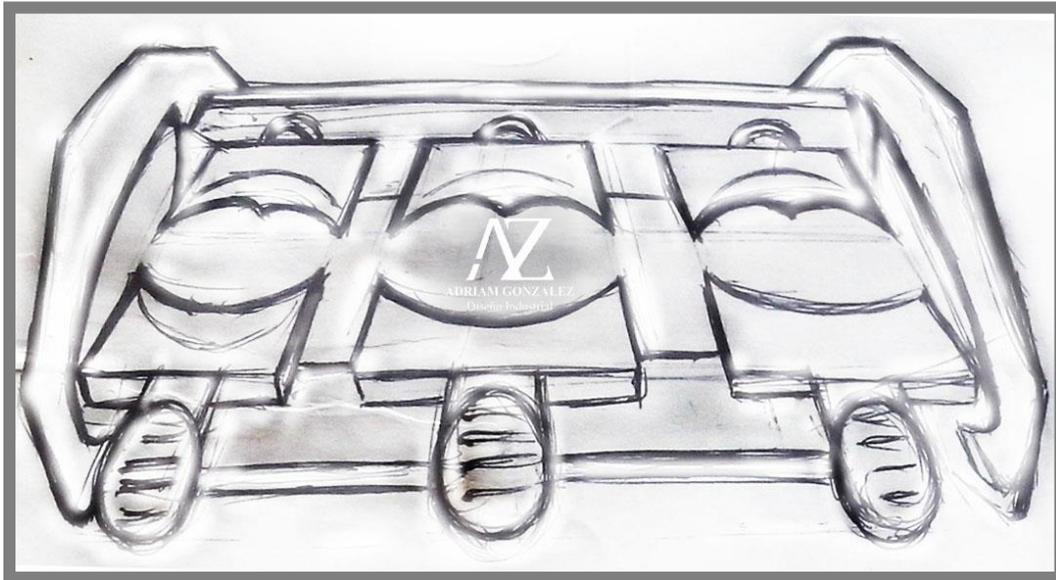
Boceto de sistema de quebradura por colisión cilíndrica (González A, 2015)

° Impacto de martillo

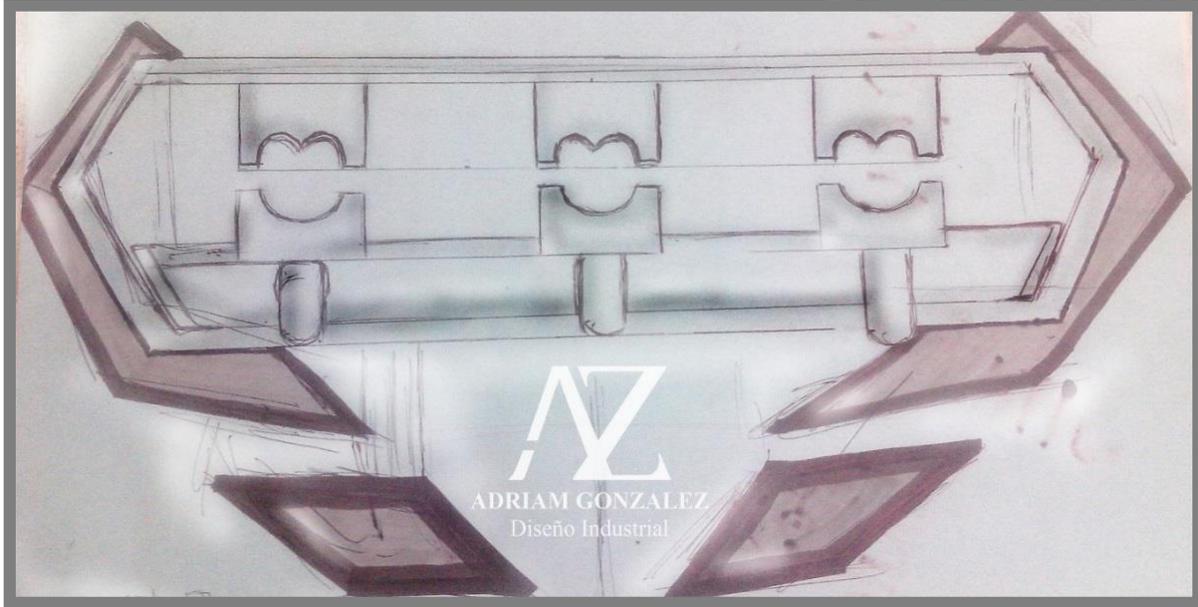


Boceto de sistema de quebradura por impacto de martillo (González A, 2015)

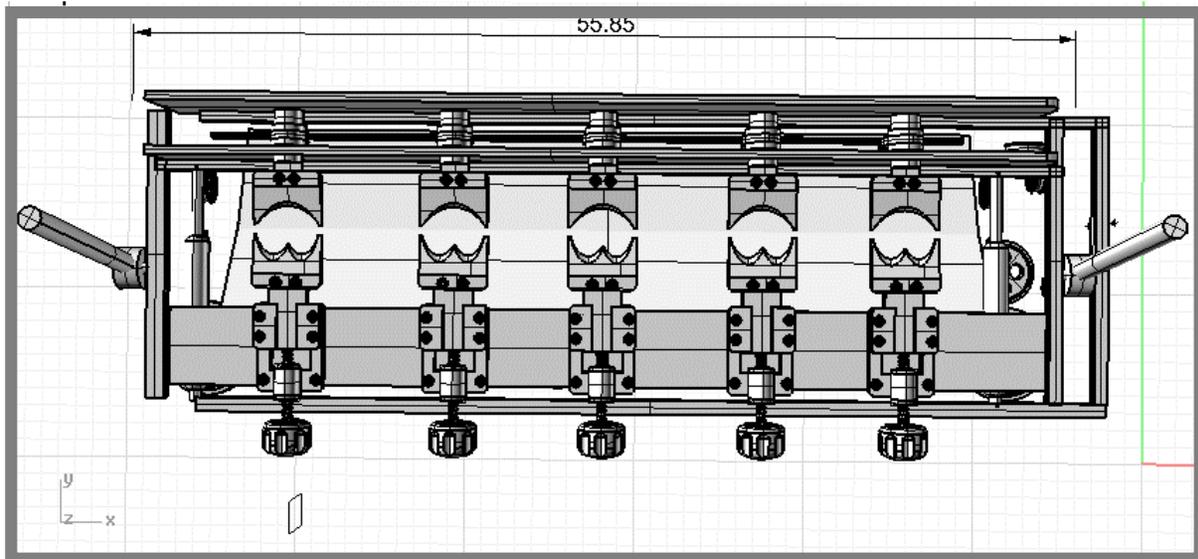
Alternativa 1



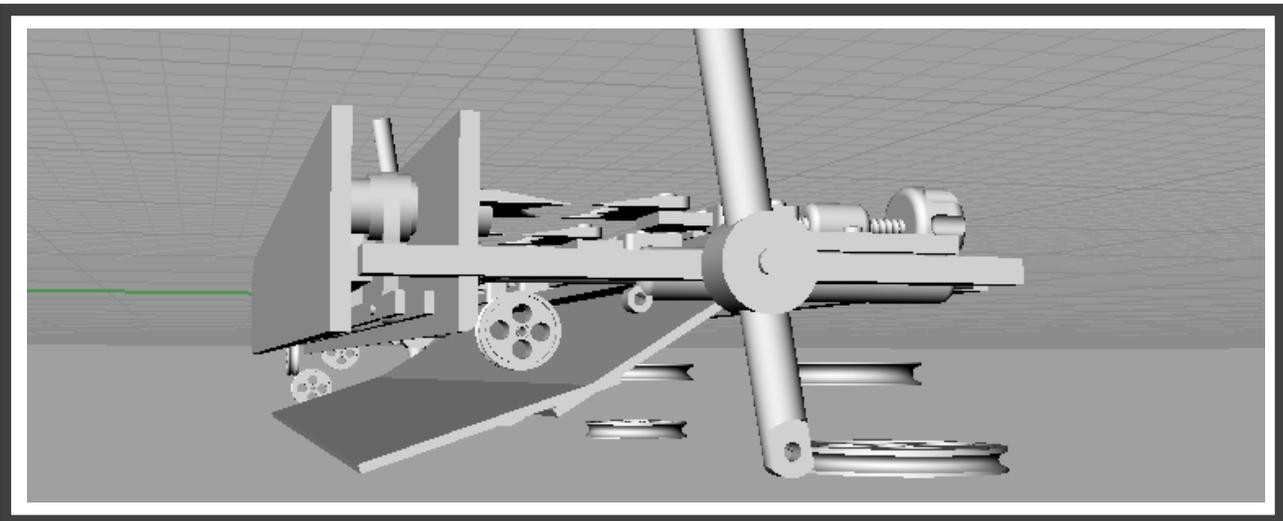
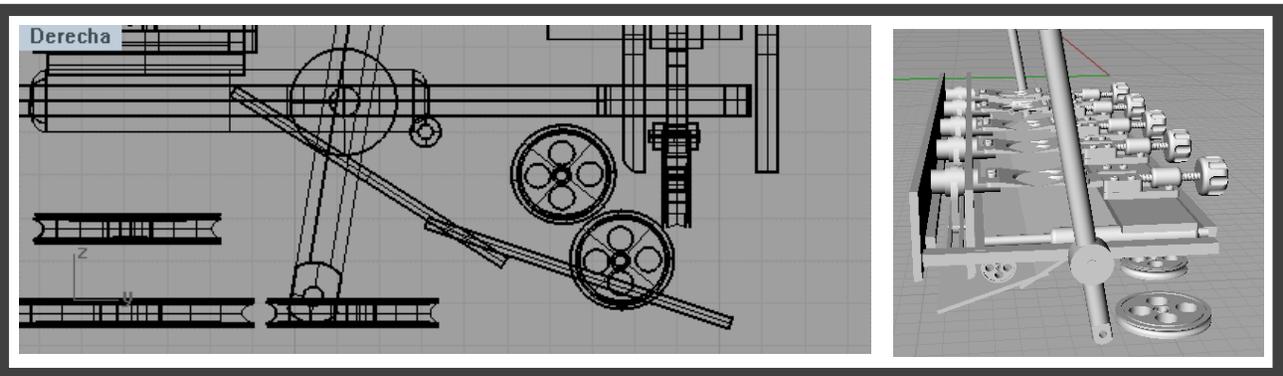
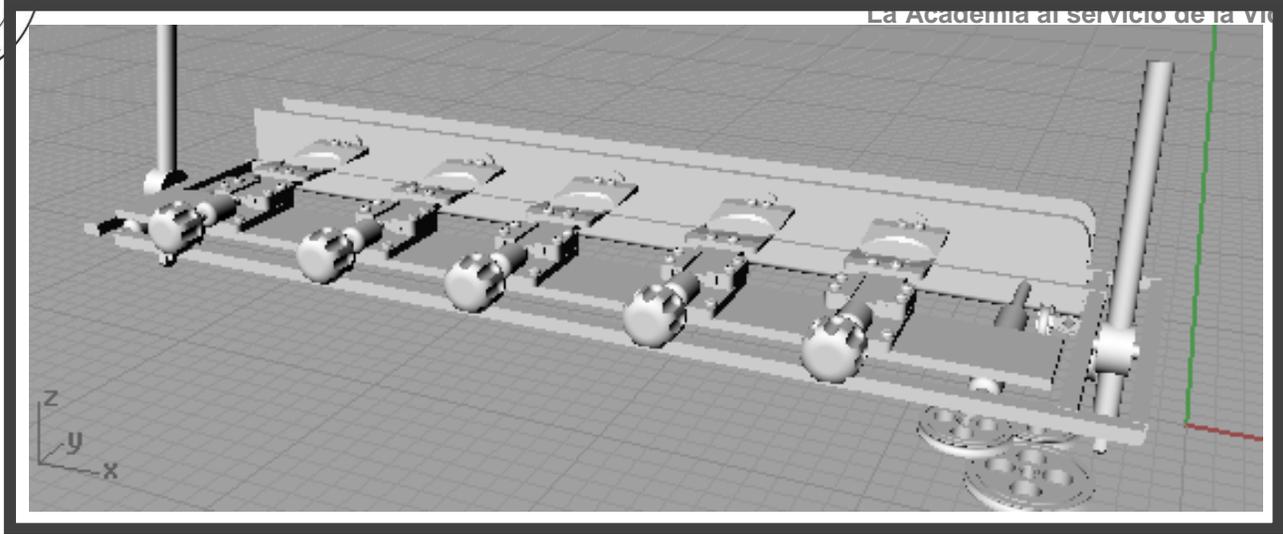
Bocetos de herramienta de corte con compartimientos para anclar semillas y descortezarlas con presión de sistema de palancas.

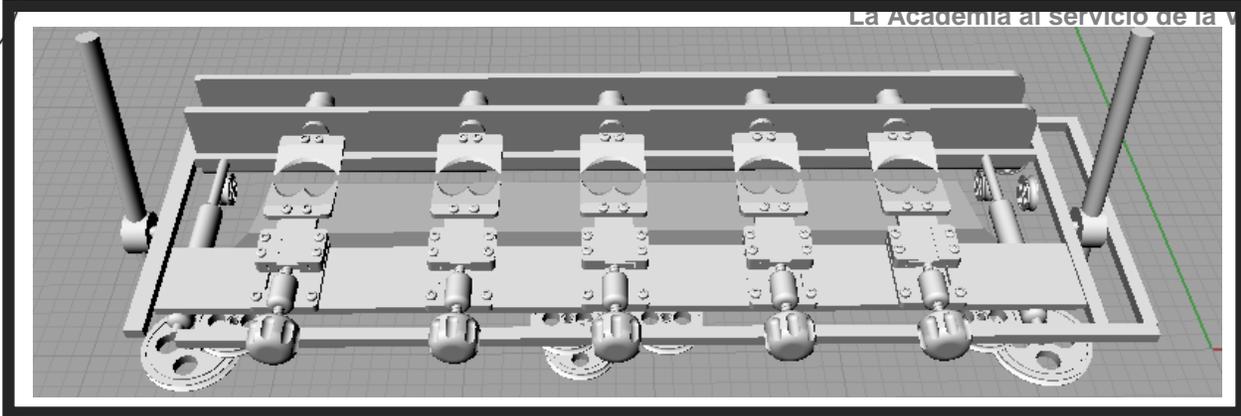


Modelado alternativa N° 1



La Academia al servicio de la vida



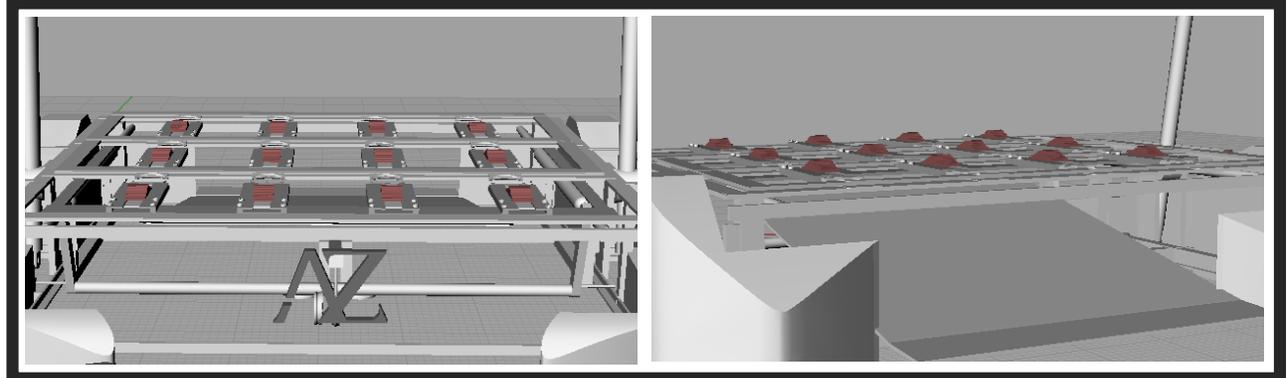
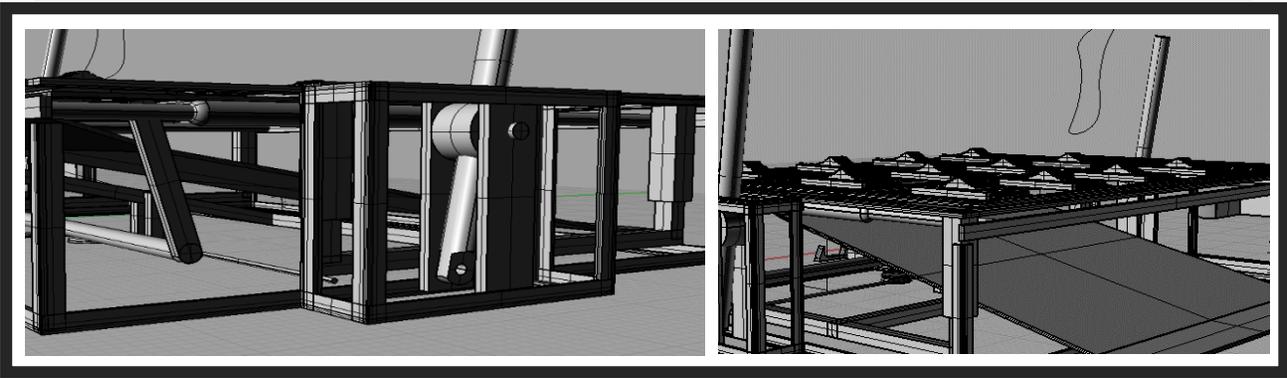
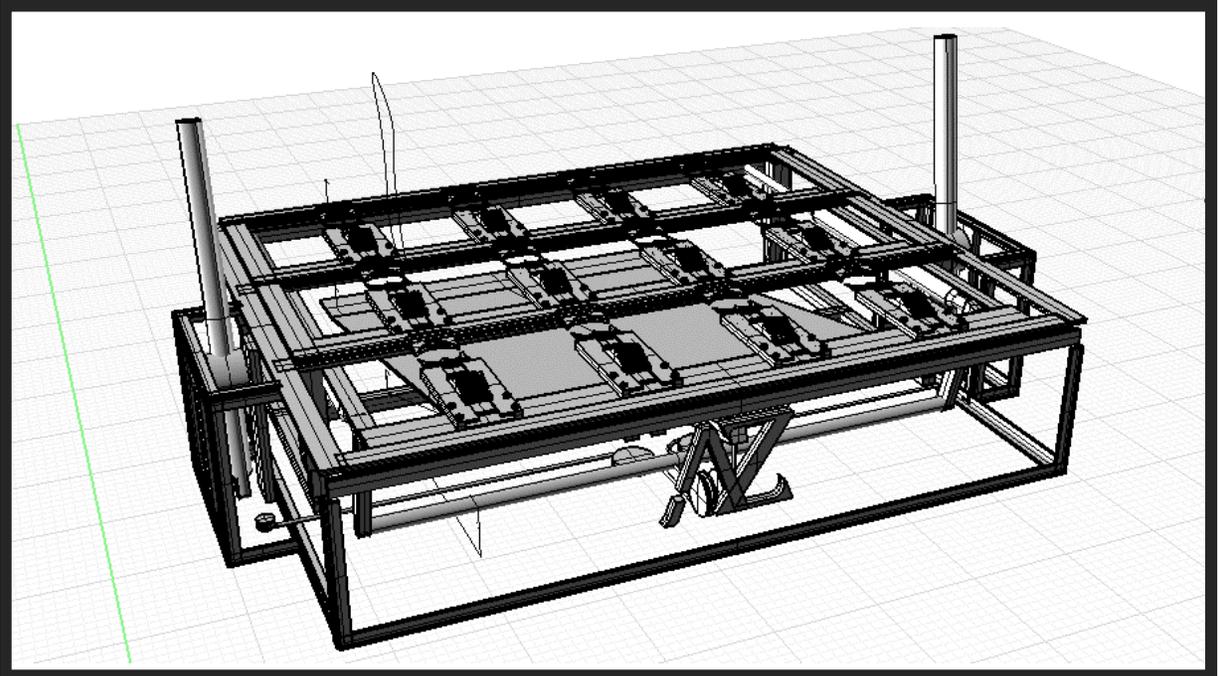


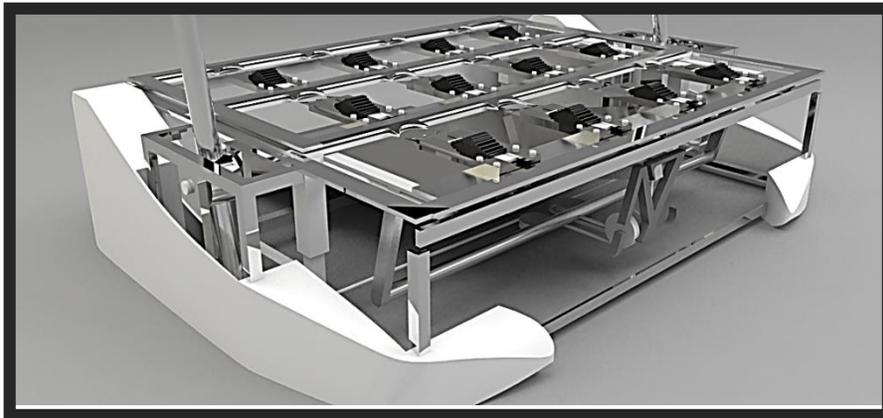
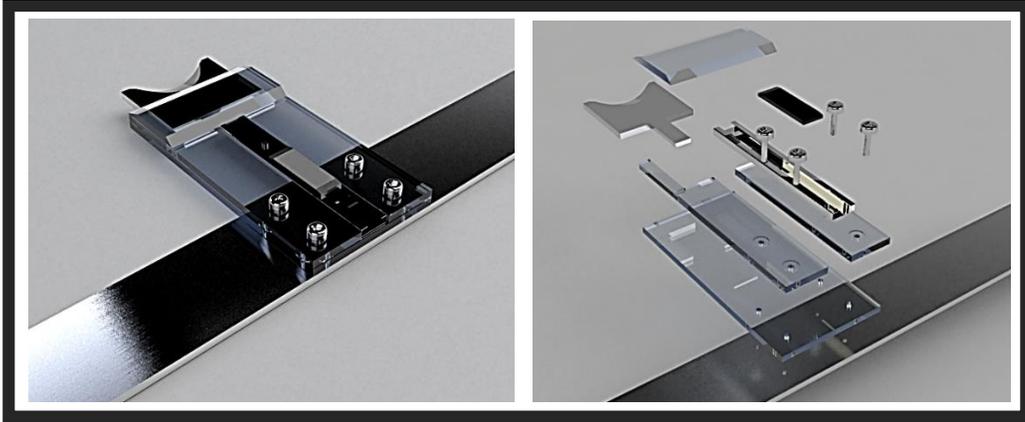
Modelo funcional N° 1



Este sistema es adaptado para acoplar de a 5 semillas gracias al sistema de cuchillas corredizas, donde se hala 2 palancas para eliminar el movimiento de la pierna al accionar el pedal y así descortezar las 5 semillas a la vez. (ver anexo 4)

Alternativa 2





Modelo funcional alternativa N° 2



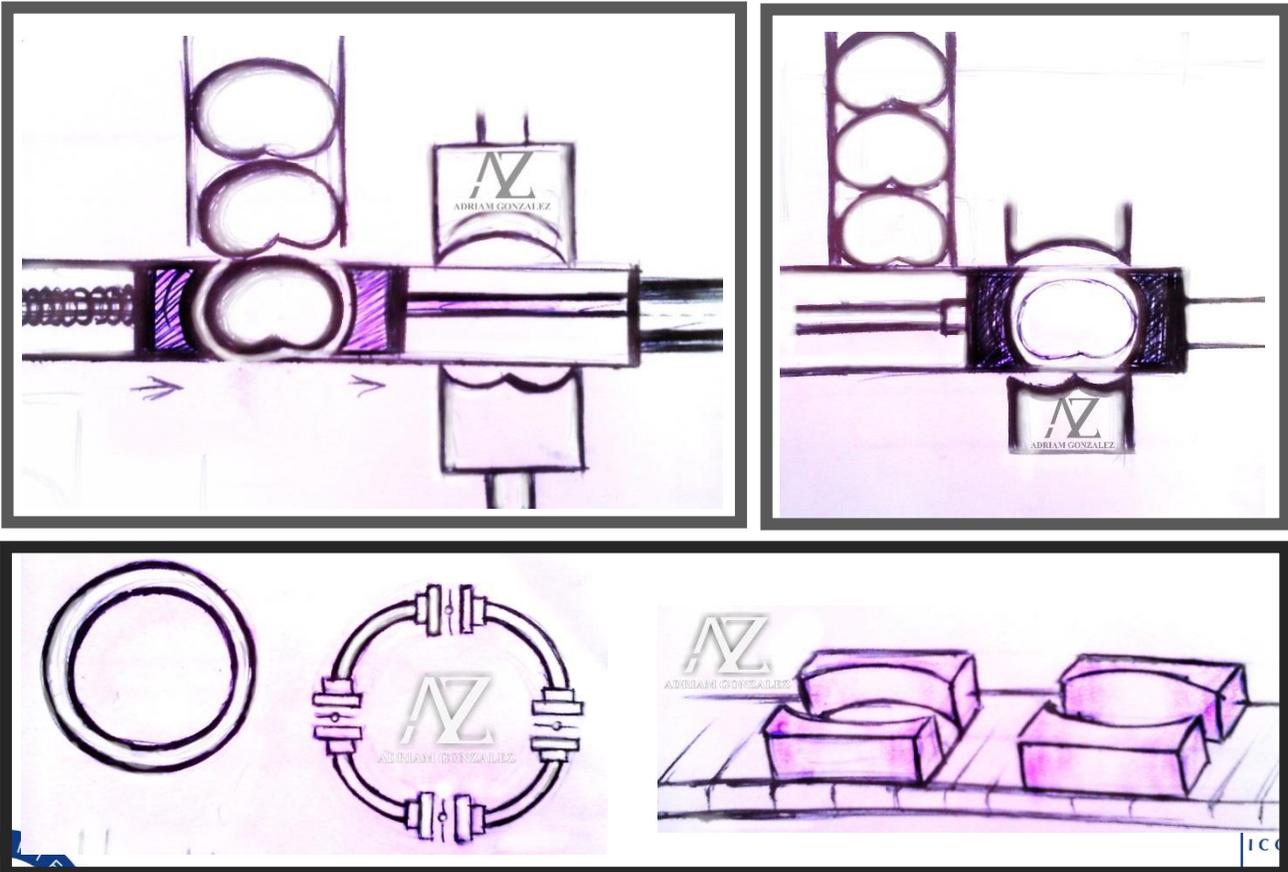




Este sistema tiene 12 compartimientos donde se acoplan las semillas a través de un sistema de cuchillas corredizas, en el cual son descortezadas con un sistema de doble palanca. El sistema procesa 12 semillas a la vez, pero al acomodarlas en cada compartimiento genera una demora de tiempo que a la final posee resultados parecidos a las descortezadoras tradicionales. (Ver anexo 5)

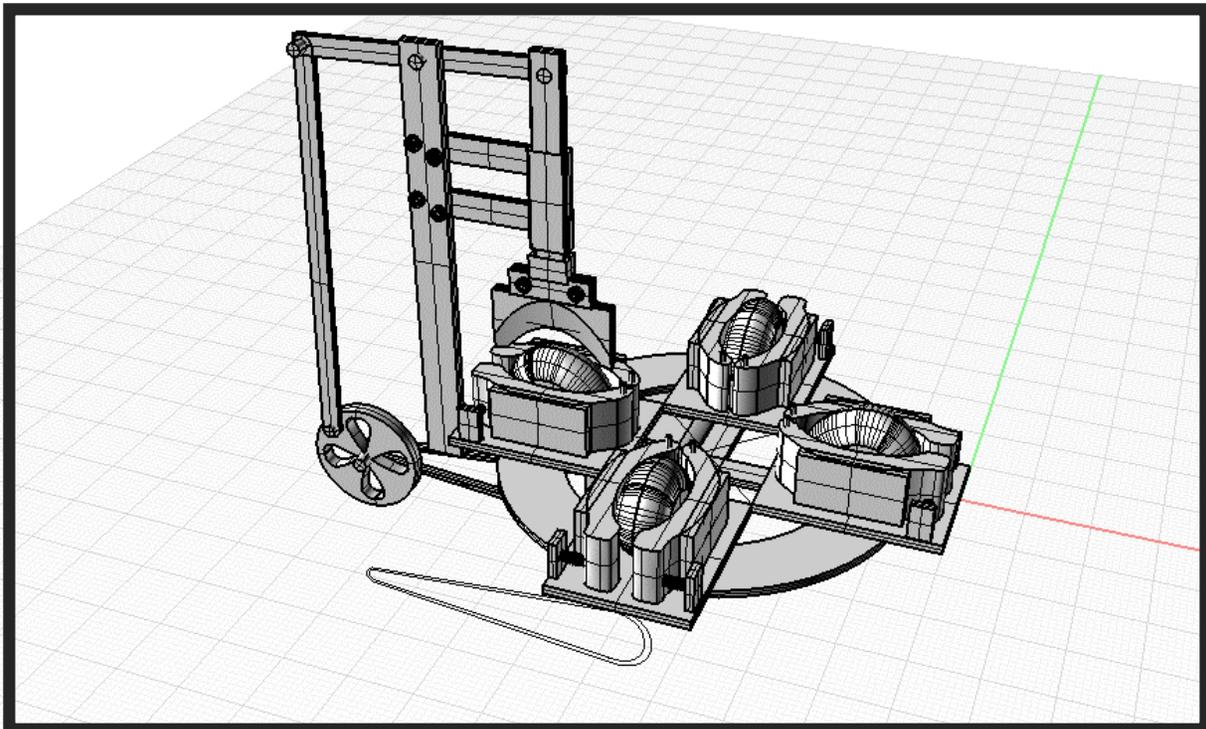
Alternativa 3

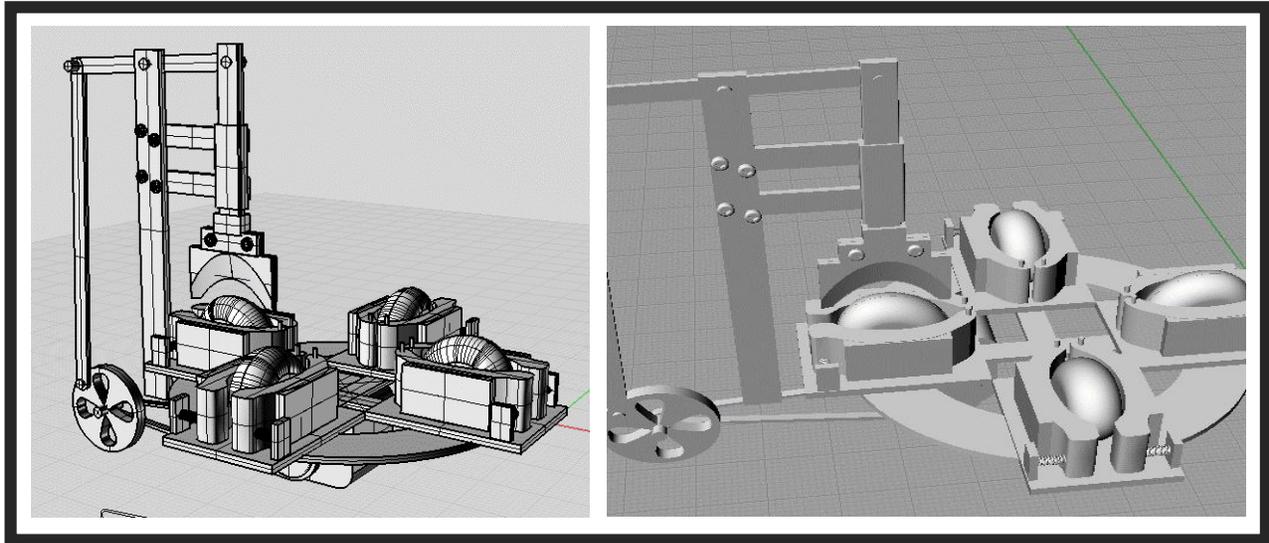
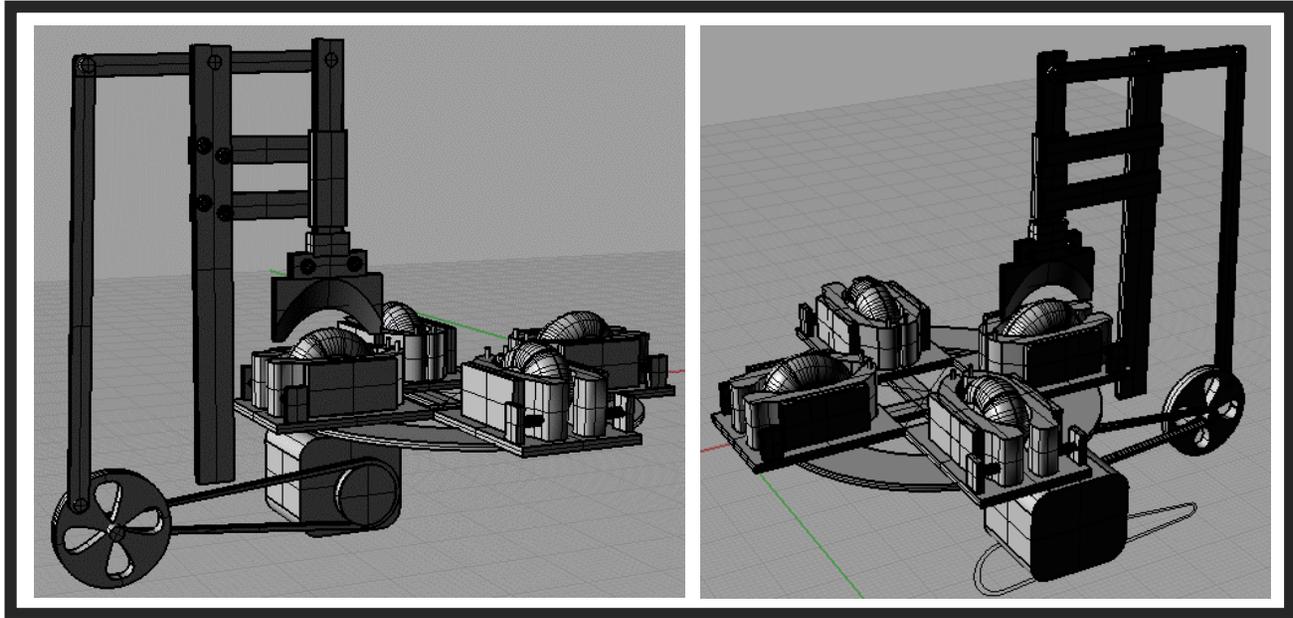
Sistema basado en el tambor del revolver.





Modelado alternativa N° 3



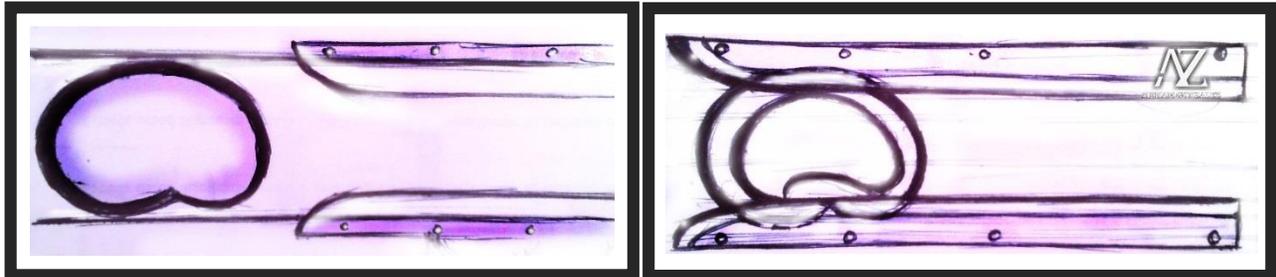
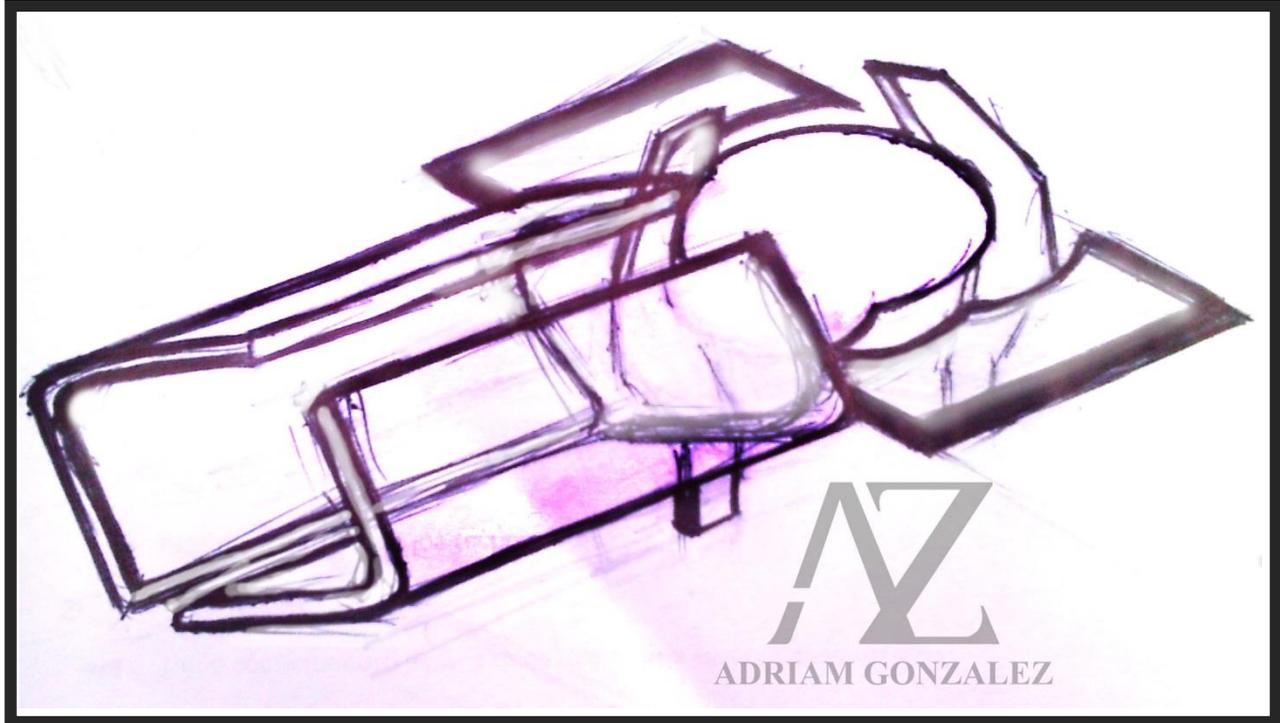


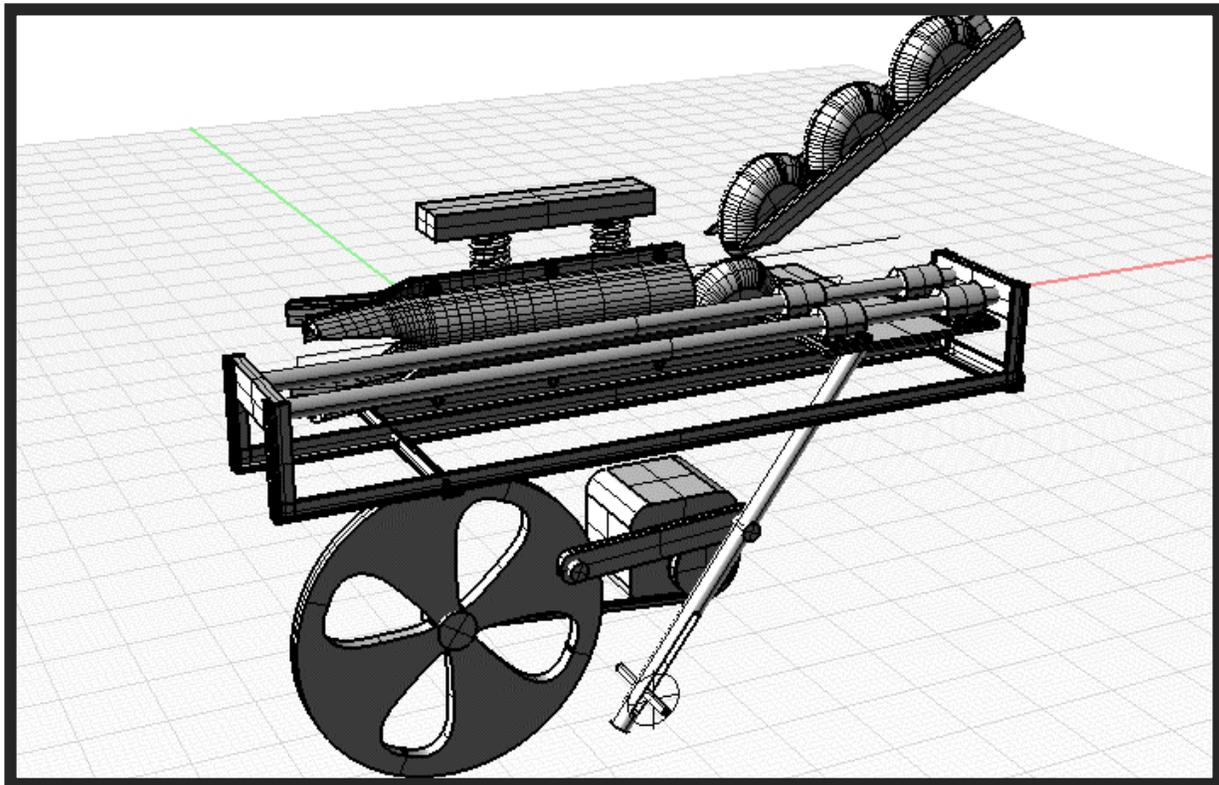
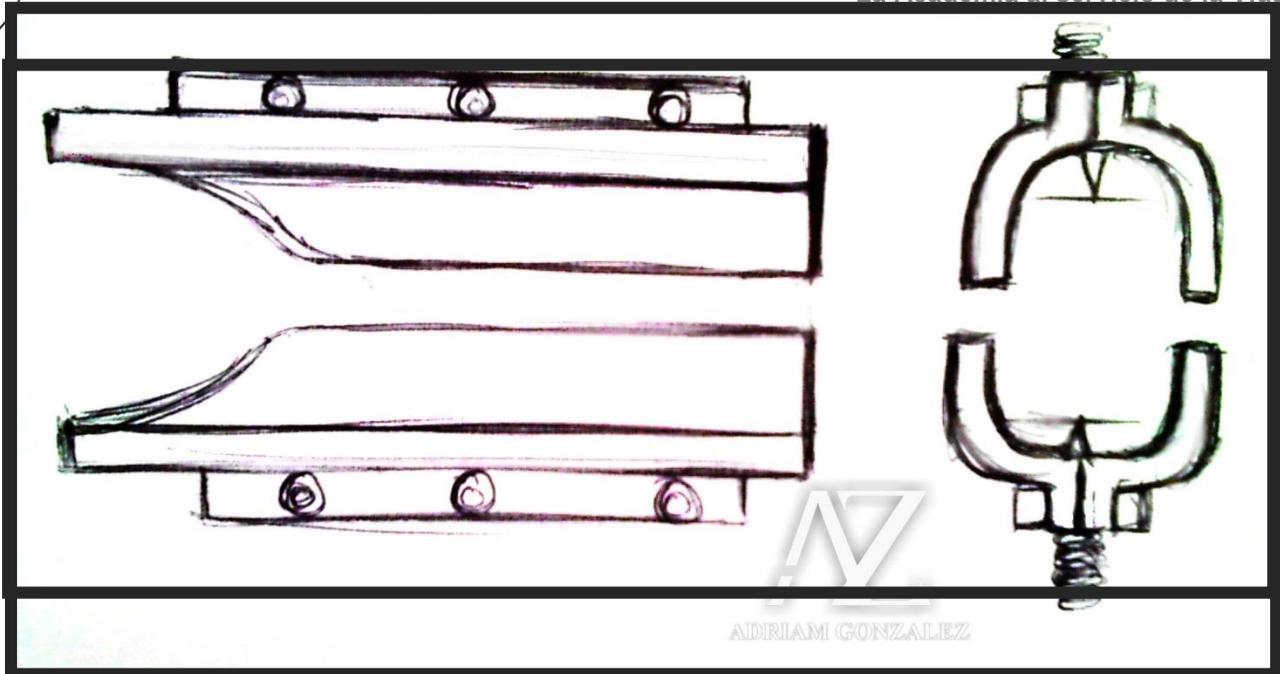


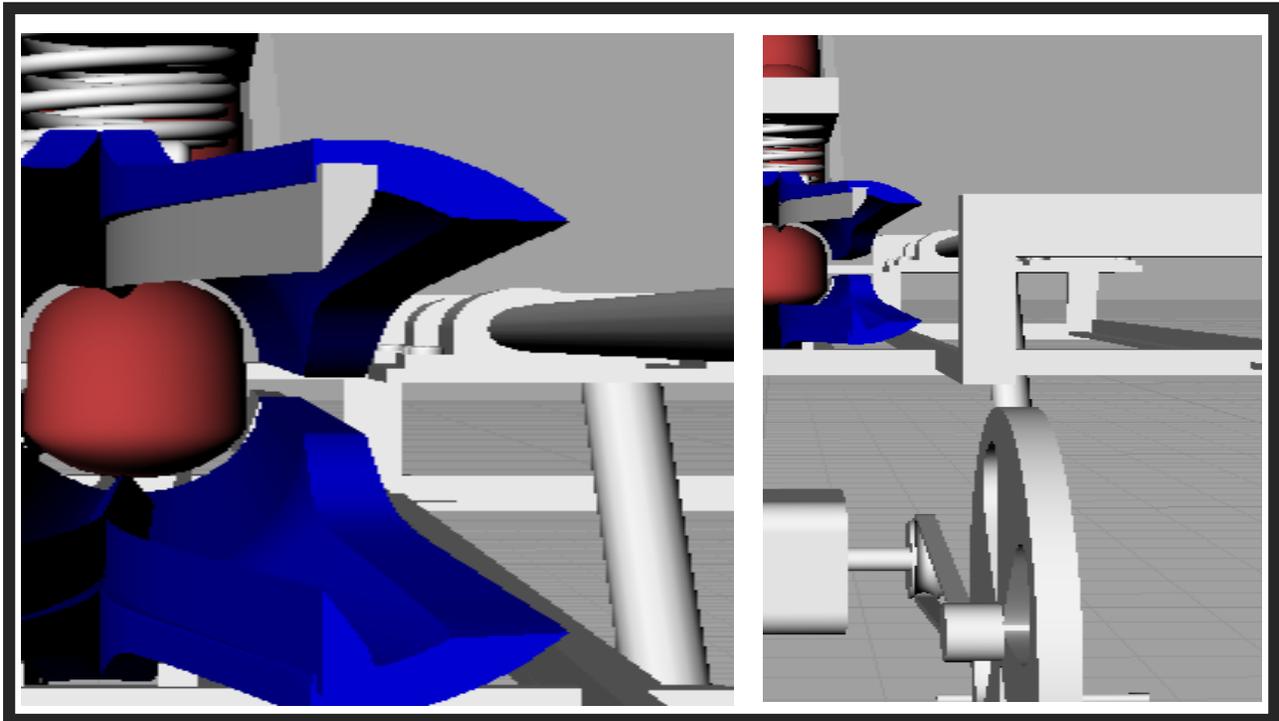
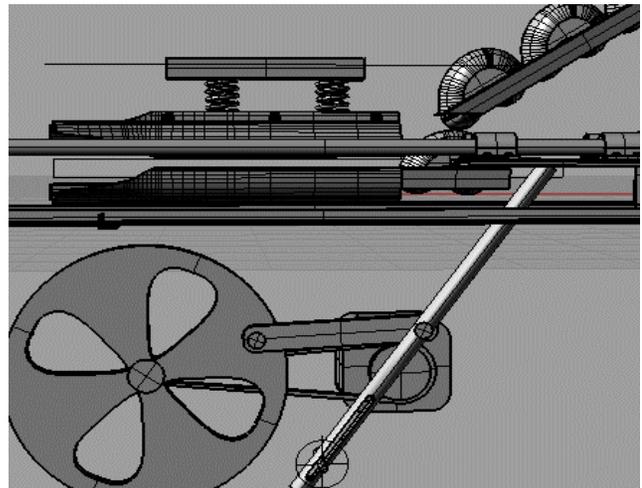
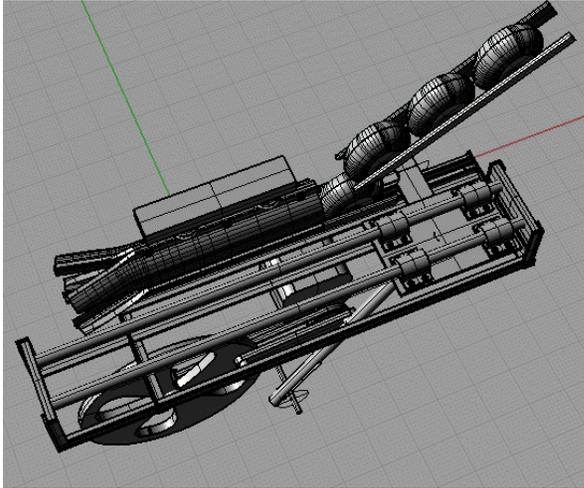
Este sistema permite acomodar las semillas en compartimientos que van girando en un tiempo determinado, donde un sistema de cuchillas automatizadas van penetrando y abriendo la cáscara de cada semilla. Para alinear cada sistema y hacer que funcionen correctamente hay que acoplarlos de una manera adecuada, haciendo mas compleja la máquina. (Ver anexo 6)

Alternativa 4

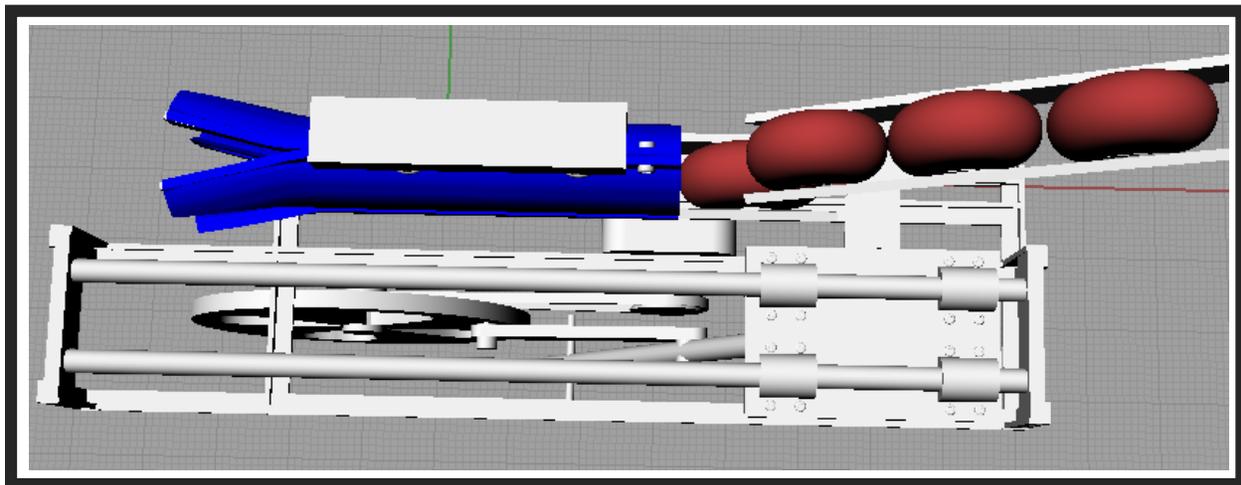
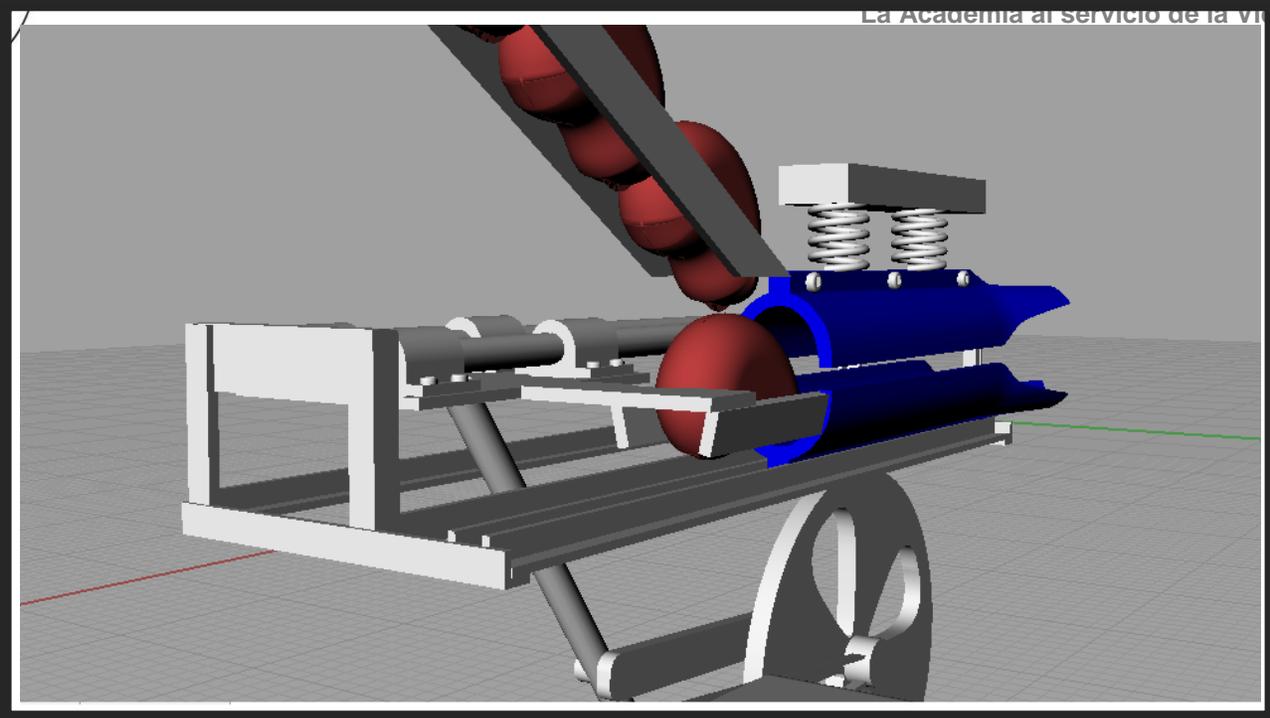
El concepto de esta máquina es basado en el sistema de disparo de las pistolas automáticas, donde un motor se encarga de activar sistemas de biela, manivela y corredera para descortezar cada semilla a través de sistemas de cuchillas.



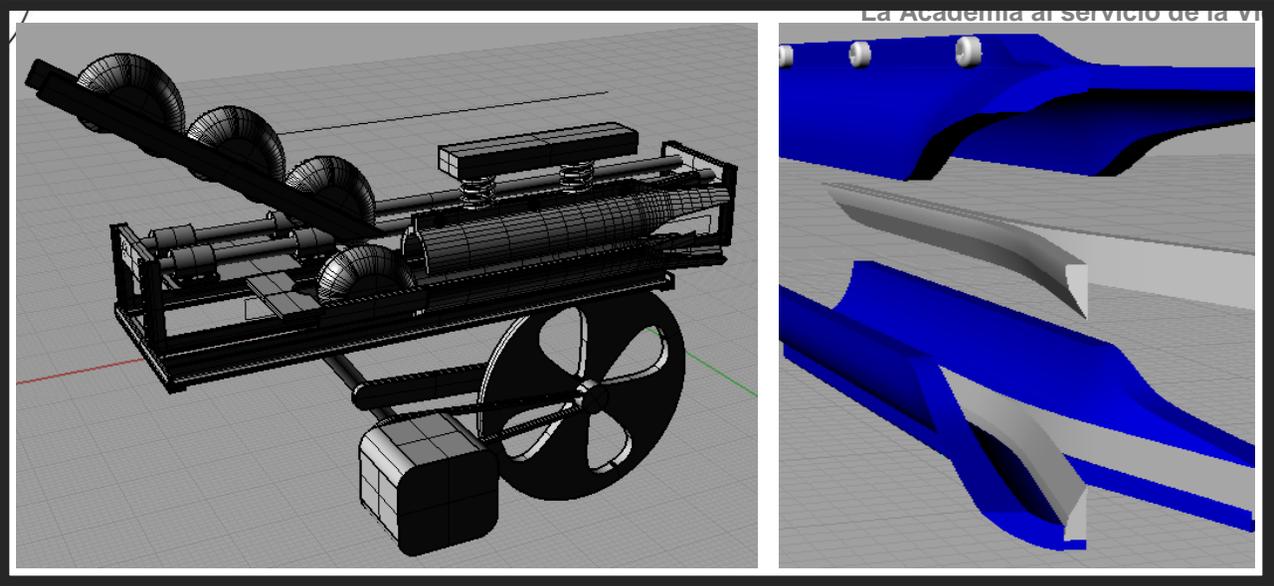




La Academia al servicio de la vida



La Academia al servicio de la vida







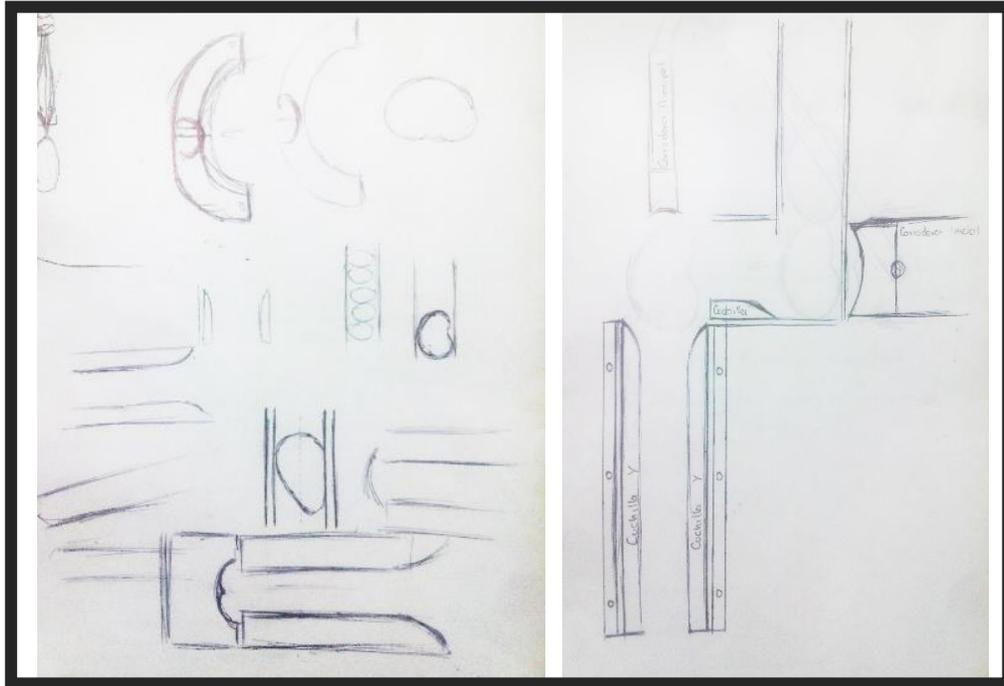
Gracias al sistema de cuchillas en “Y” se desliza la semilla a través de ellas para que al final se abra la cáscara debido a la forma en que están abiertas las cuchillas.

Análisis - conclusiones alternativa actual:

Este sistema motorizado brinda al operario la tarea de descortezar las semillas sin usar su fuerza física, reduciendo sus acciones en alimentar el canal para el procesado de cada semilla.

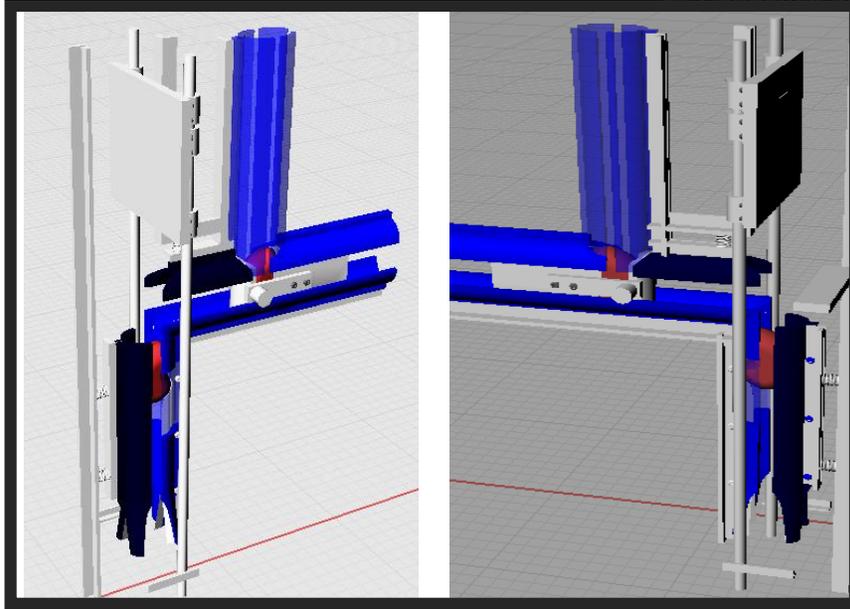
Se encuentran algunas deficiencias a la hora de proceder al descortezado, porque vuelve compleja la precisión al no poder determinar la fuerza de cada accionamiento, aumentando la posibilidad de chocar las piezas y crear averías en la máquina. Cabe rescatar que el consumo de energía eléctrica o combustible limitaría a las empresas que están ubicadas en las zonas rurales y aledañas al a población, donde se realiza este mismo proceso de descortezado. (Ver anexo 7)

Alternativa 5

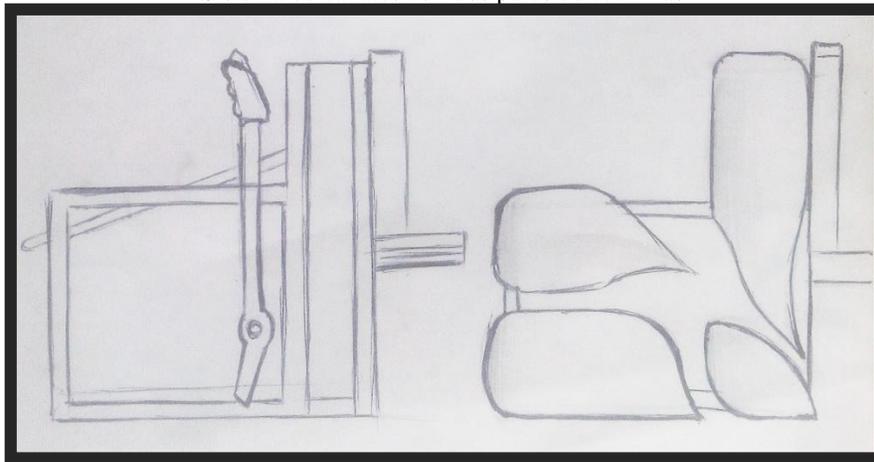


Bocetos de adaptación parasistema de cuchillas en Y

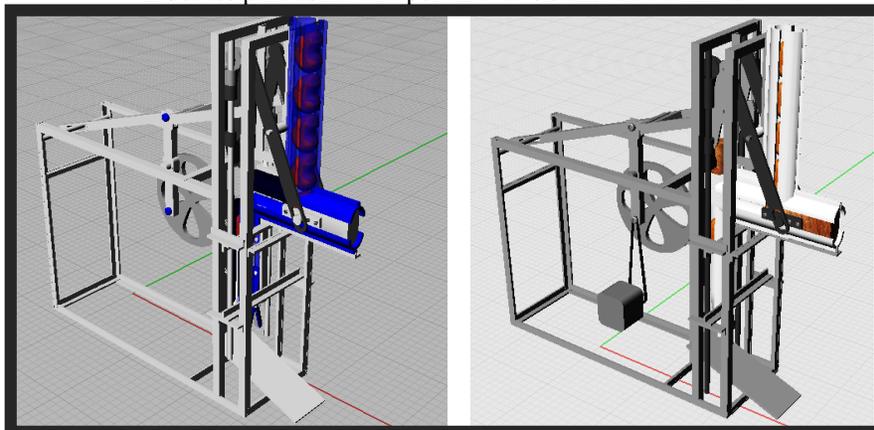
El sistema de doble cuchilla permite penetrar la cáscara de la semilla de forma longitudinal, donde su medida mínima promedio es de 5 mm para no penetrar la almendra en las semillas más pequeñas. Este sistema permite adaptarse junto a otros procedimientos mecánicos para descortezar la almendra de una manera eficiente, como el ajuste a otro par de cuchillas que permiten un corte transversal de cada semilla para que ella se desprenda fácilmente de su cáscara.

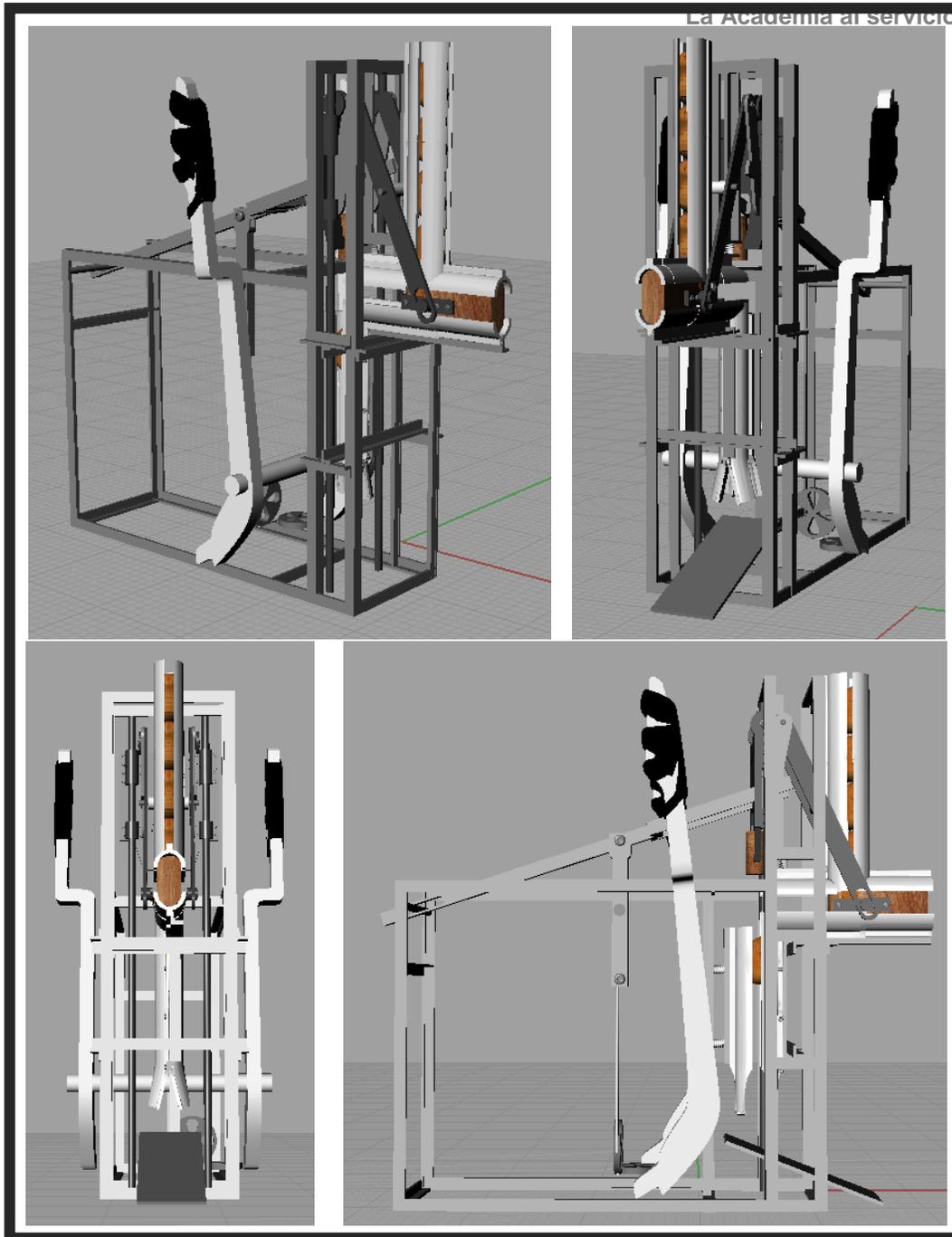


Sistema de canales con dos pares de cuchillas



Bocetos para estructura portante de sistema de cuchillas





Esta propuesta posee un sistema de corte accionado por dos palancas que están ubicadas en cada lateral de la estructura, con una tolva de alimentación donde se deposita cada semilla manualmente, para así ejecutar el accionamiento que descortezza cada semilla una por una, de manera eficiente. Este sistema mecánico da posibilidades a las diferentes procesadoras de almendras de marañón a mejorar este proceso sin necesidad de aumentar costos o utilizar fuentes de energías, permitiendo a empresas ubicadas en fincas y zonas rurales un uso factible en cualquier momento. (Ver anexo 8)

9. Selección de alternativa

Las alternativas se evalúan de acuerdo a las determinantes que están estipuladas en cada requerimiento seleccionado, dando una valoración de 1 a 5, donde 1 es irrelevante y 5 es relevante. (Ver tabla de requerimientos y determinantes).

La alternativa número 2 es la evolución de alternativa número 1, poseen características funcionales similares, por eso son acopladas en la misma columna en la tabla de alternativas.

			
AGILIZA EL PROCESO DE DESCORTEZADO	5	2	5
AGILIZA EL PROCESO DE ALIMENTACIÓN	3	2	5
DISMINUYE EL CONTACTO DEL OPERARIO CON EL FENOL	4	1	5
ES USABLE EN ZONAS RURALES Y URBANAS	5	1	1
CORTE PRECISO	3	1	5
ASEQUIBILIDAD	5	4	5
TOTAL	25	11	26

La opción número 4 arroja el máximo puntaje con un sistema de corte diseñado a partir del mecanismo de canales de cuchillas en “Y”. Este sistemas de respuesta para descortezar la semilla, agiliza el proceso gracias a la tolva de alimentación que se acopla a un componente de corte adaptable para las formas irregulares de cada semilla, generando una mayor precisión y disminuyendo las acciones del operario.

Al analizar el mecanismo de accionamiento motorizado de esta alternativa, se define, que graduar la fuerza de motores al sistema de corte hace compleja la producción de la máquina, limitando el su uso a sectores urbanos, donde se puede suministrar energía eléctrica; por ello se hace una evolución de esta propuesta, donde el sistema motorizado es cambiado para un sistema de palancas, para que el operario suministrar la fuerza requerida para descortezar cada almendra y a la vez, permitir el

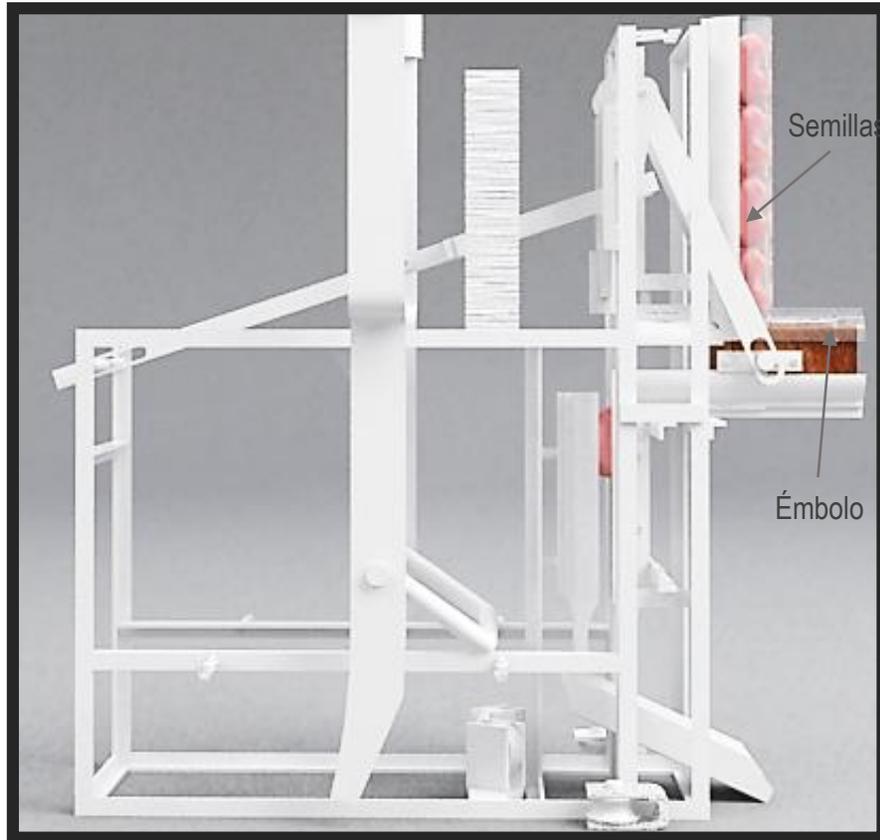
La Academia al servicio de la Vida

uso en las diferentes zonas, ya sean rurales o urbanas, con una gran factibilidad de producción donde el mantenimiento se puede dar por el mismo operario.
De aquí se forma la alternativa número 5.

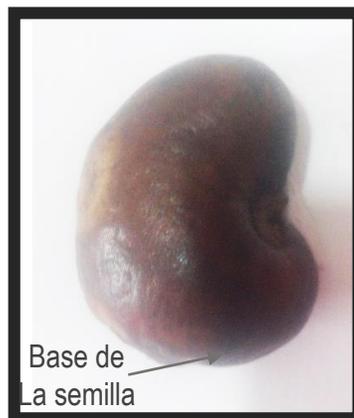


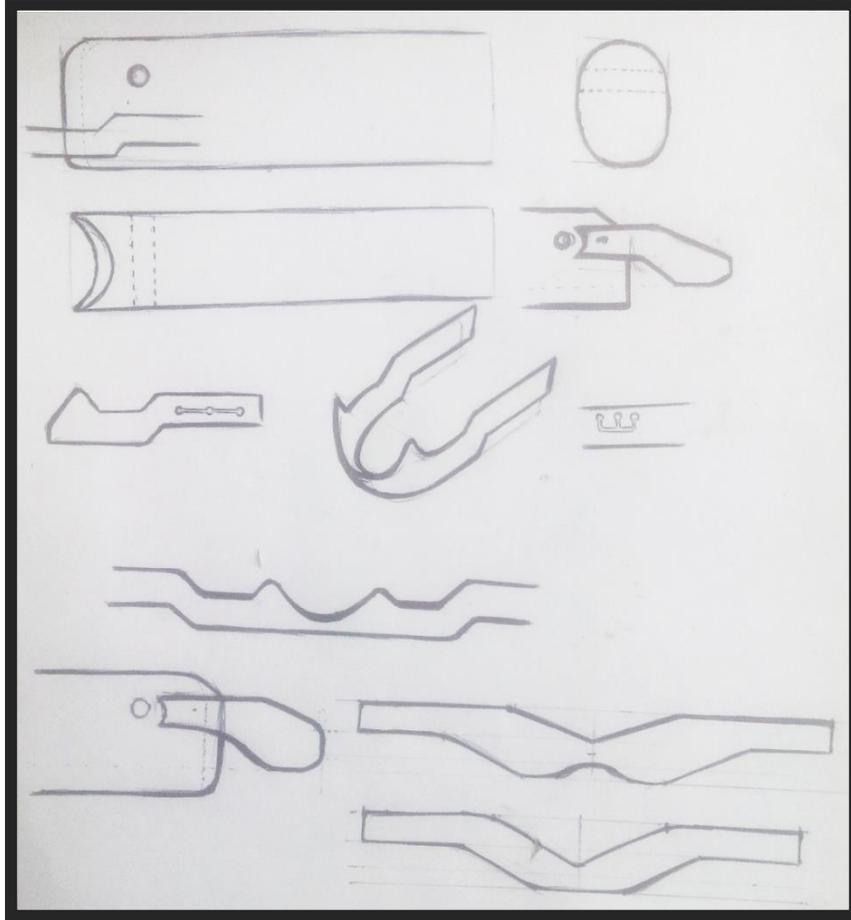
Alternativa número 5, evolución de la alternativa número 4 (González A. 2016)

10. Evolución de la propuesta

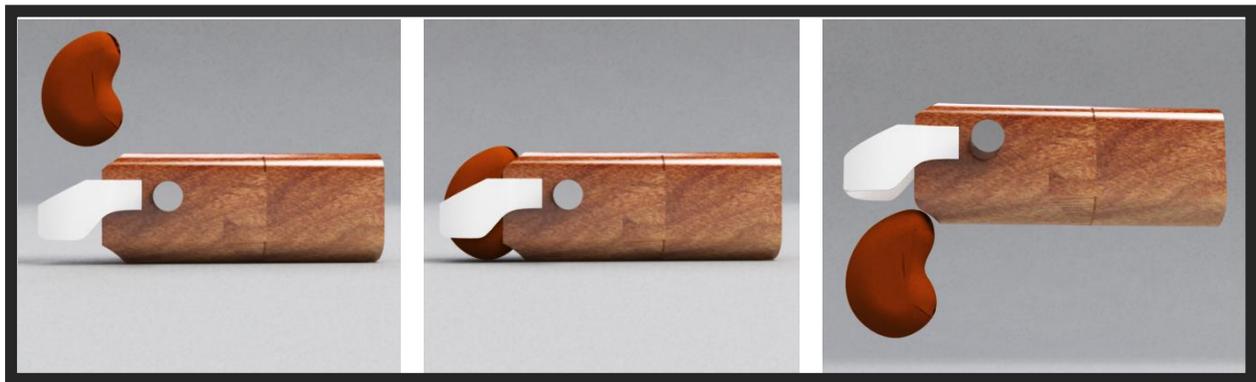


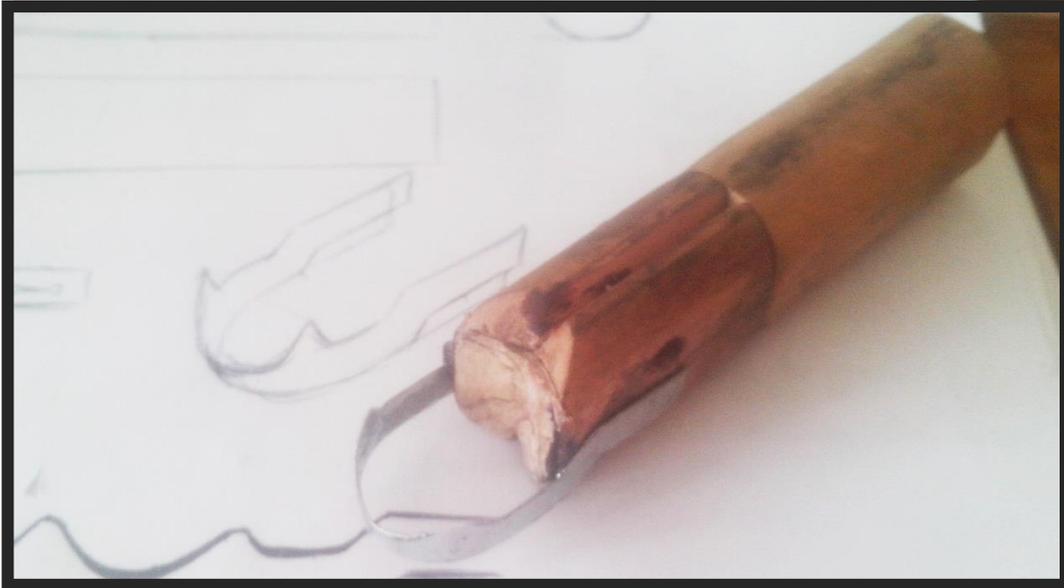
Este sistema de descortezado posee un émbolo que está adaptado al mecanismo de palancas que permite empujar la semilla a descortezarse, pasándola por el primer sistema de cuchillas de corte horizontal, para hacer un corte en la parte superior e inferior de la semilla. El émbolo cuenta con un sistema de sujeción que permite sostener la semilla de una forma vertical para que la cuchilla inferior pueda cortar la base, que es la parte más dura de ella.



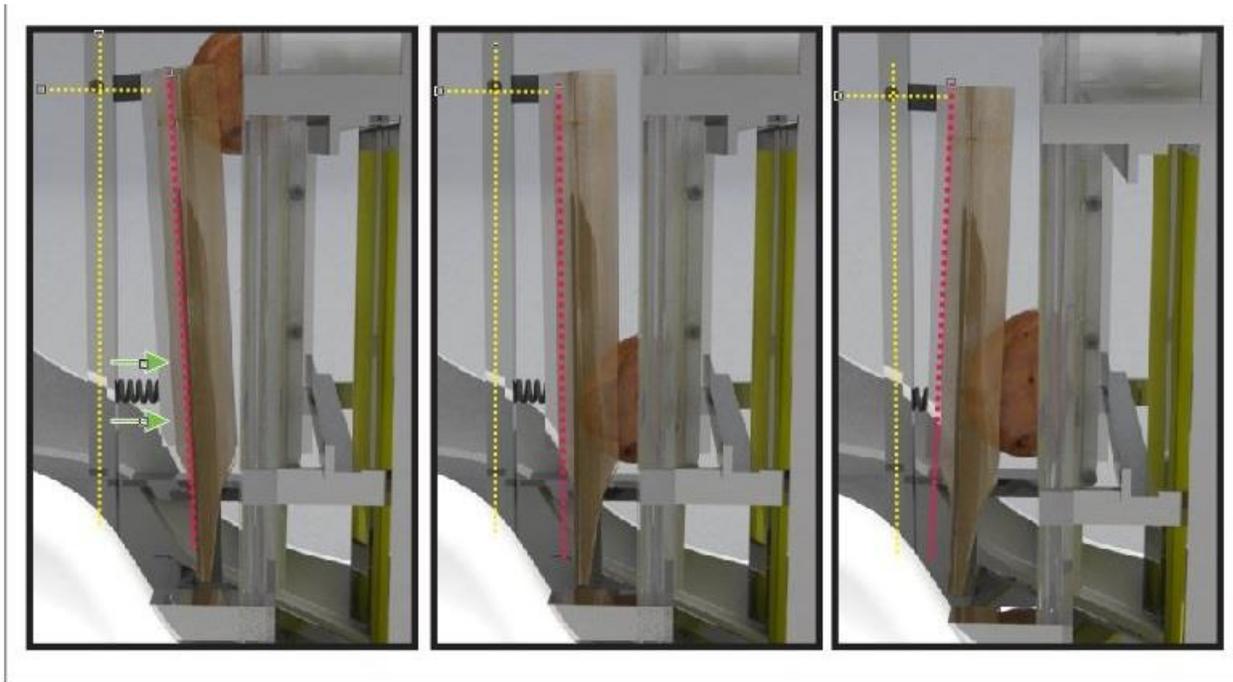


Bocetos de émbolo de presión para corte de semilla (propuestas – sistema de sujeción de semillas)





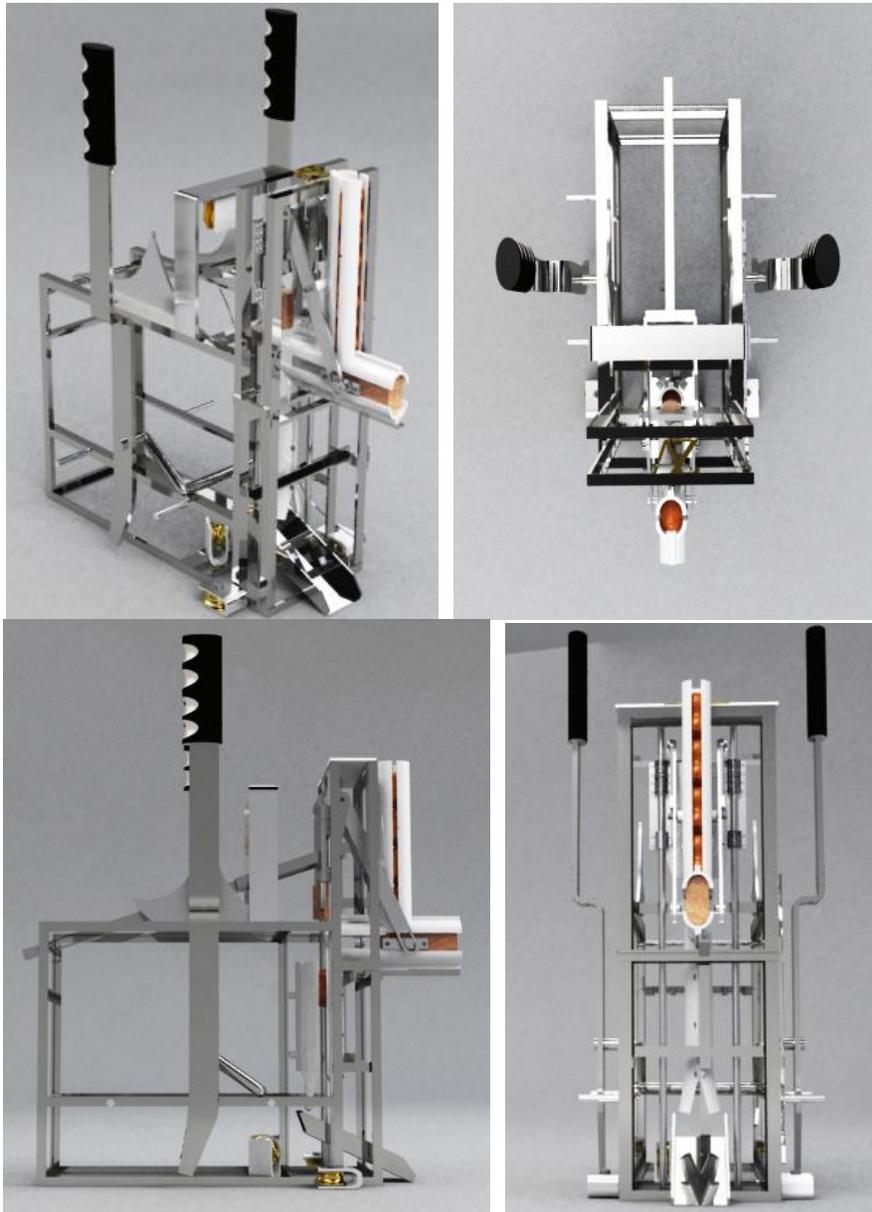
Sistema de ajuste para diferentes tamaños de semillas.



Con este sistema de rotación permite adaptar las cuchillas a diferentes tamaños de las semillas, permitiendo un corte adecuado para cada una y así abrirlas de manera apropiada para extraer las almendras enteras; esto se logra a través de la fuerza ejecutada por un resorte de expansión que comprime los canales que portan las cuchillas, permitiendo la penetración adecuada a la cáscara y aumentar el porcentaje de almendras enteras.

11. Propuesta Final

Para ejercer la fuerza a la operación de descortezado, se usa un sistema de palancas, que permite accionar las correderas y deslizar cada semilla en los canales para cortarlas con las cuchillas. Un par de palancas son acopladas a los lados de la estructura para que al ser haladas accionen los mecanismos. Promoviendo el uso de la herramienta en zonas rurales y urbanas, con una fácil instalación y transporte.

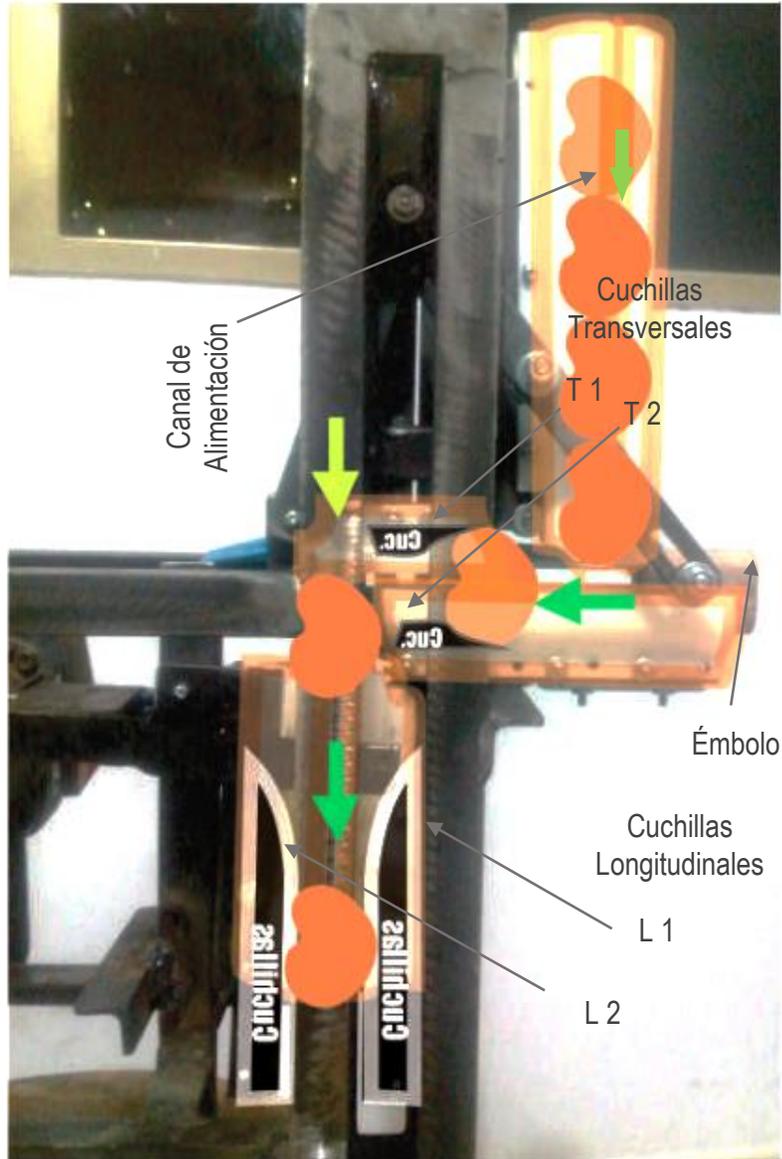




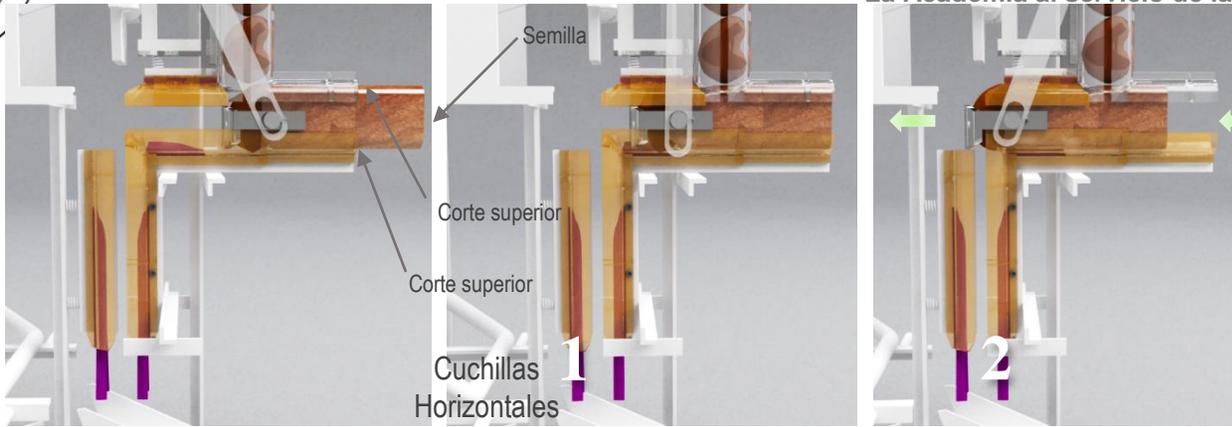
(Estructura descortezadora de almendras de marañón MDM_AZ)
(Ver anexo 8)

12. Análisis de configuración

12.1. Análisis de configuración funcional

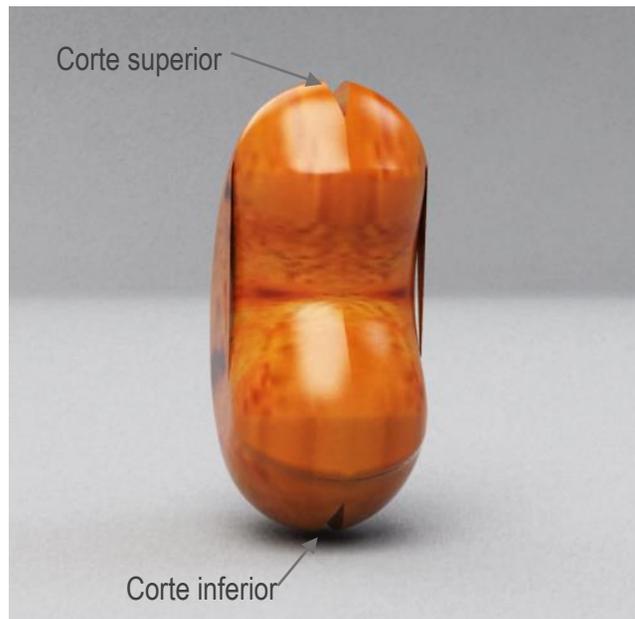
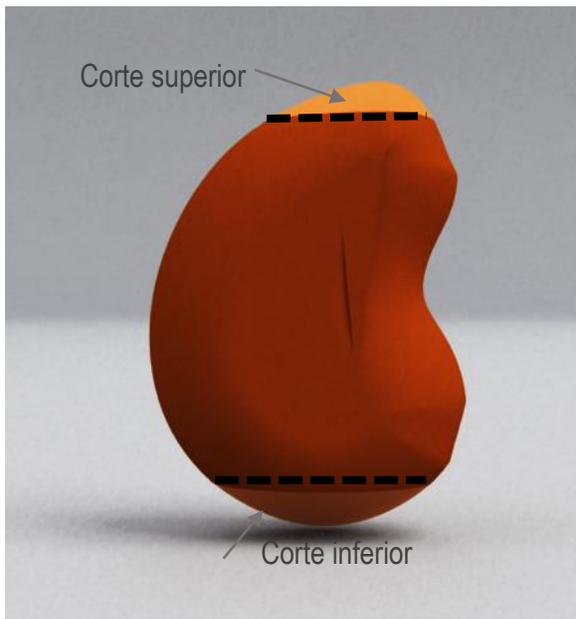


El sistema posee un canal de alimentación que permite ubicar las semillas en una posición vertical (como se muestra en la figura), quedando una sobre otra; gracias al sistema de palancas la semilla se empuja a través del sistema de Cuchillas Transversales, que hace dos cortes, un corte superior y uno inferior.

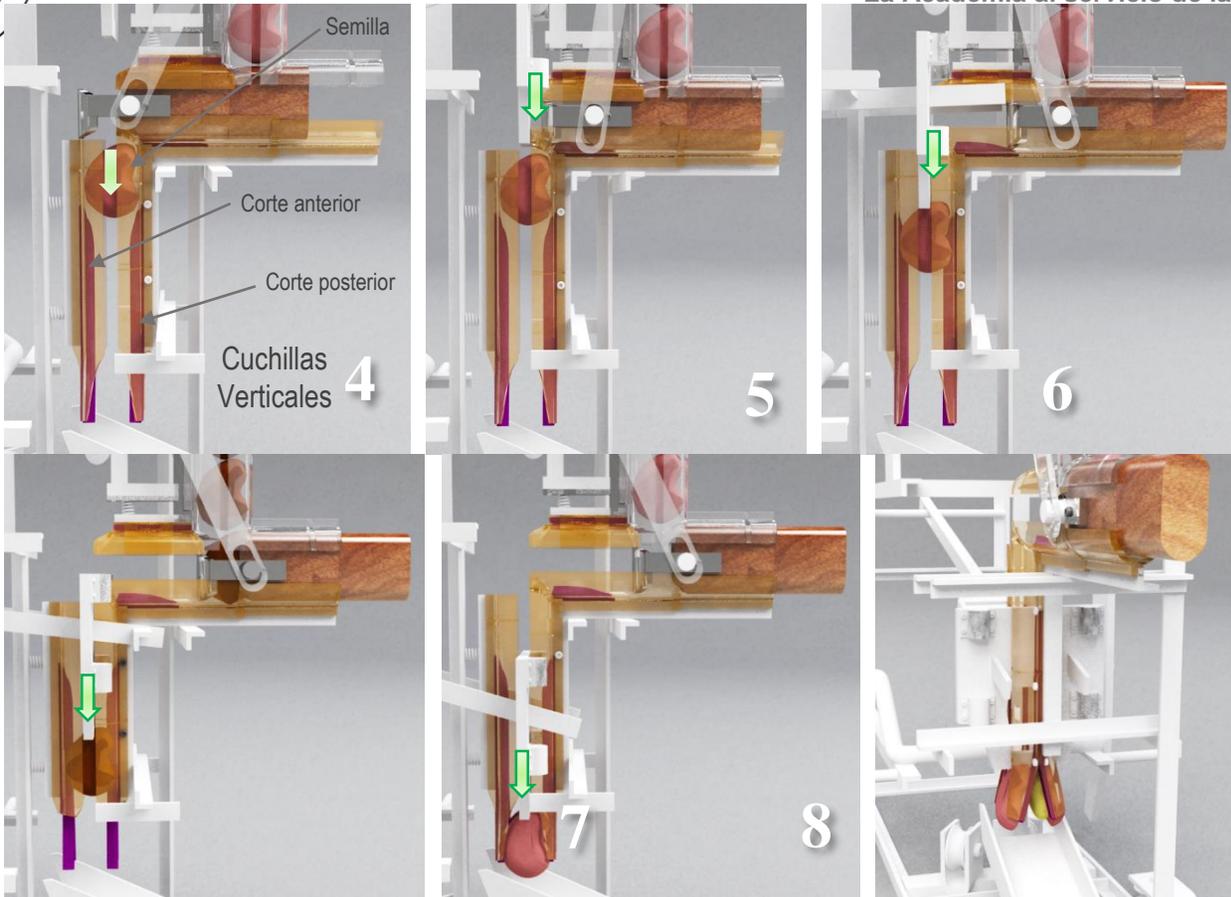


3

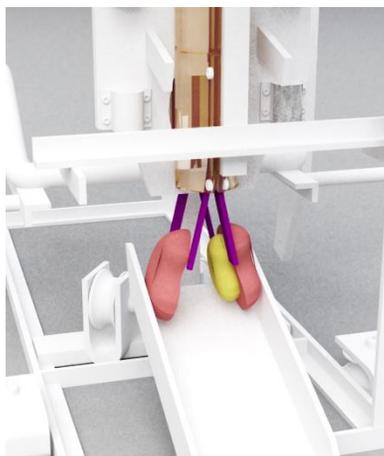
La semilla al pasar por el primer par de cuchillas (horizontales) recibe dos cortes, el superior y el inferior, para debilitar la cáscara de la semilla, la cual esta parte inferior es la más dura de la cáscara.



Para generar estos cortes de la manera adecuada, la semilla debe estar en la posición correcta, que es permitida gracias a la forma del canal de alimentación, que retiene varias semillas a la vez en una posición vertical.



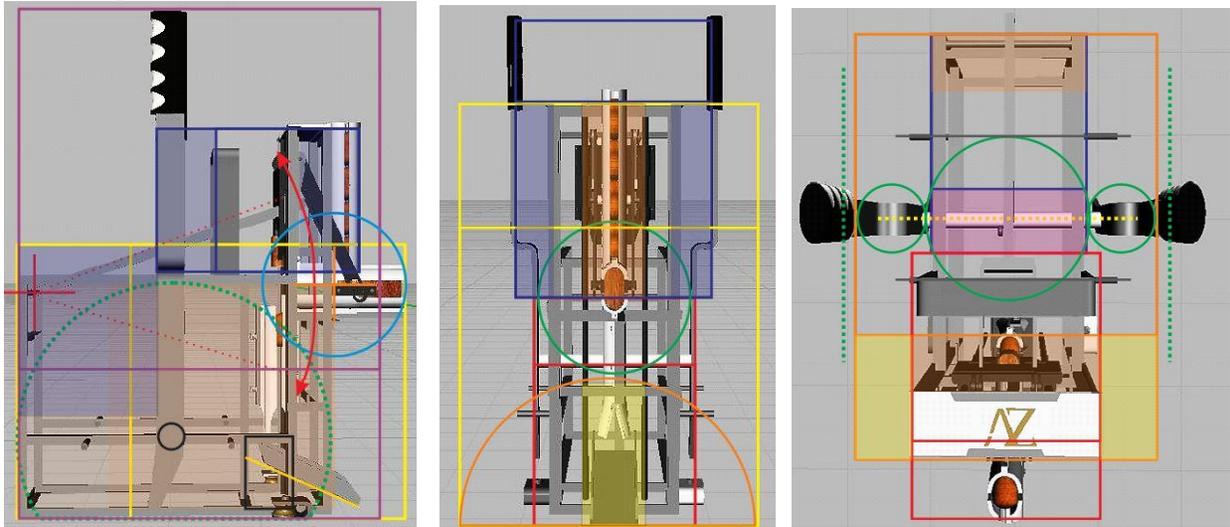
Después que la semilla pasa por las primeras cuchillas de corte horizontal, cae en el canal de cuchillas para el corte vertical, que es donde se abre la semilla, gracias a las cuchillas en forma de “Y”, para desprender la cáscara por la mitad y dejar al descubierto la almendra que caerá por el canal de evacuación.



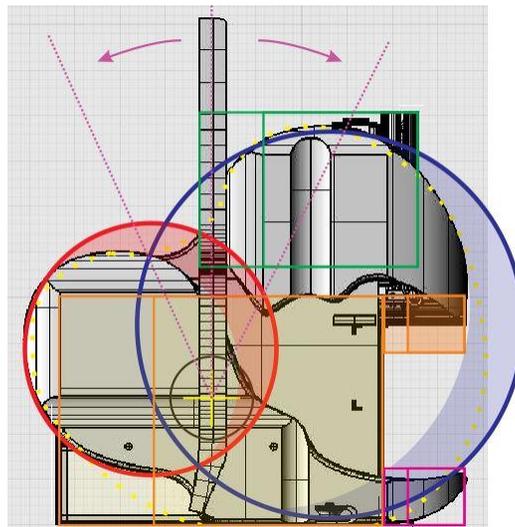
Cuando la semilla es destapada, dividiendo la cáscara en dos, se extrae la almendra que cae por medio del canal de evacuación a un recipiente contenedor.

12.2. Análisis de configuración formal

Este análisis formal se efectúa sobre la alternativa seleccionada tomando como punto de partida el diseño obtenido, para analizar cada una de las vistas de la máquina teniendo en cuenta su organización y su funcionalidad, donde se distribuyen las cargas de forma simétrica, usando proporciones áureas en los diferentes elementos, compuestas por formas rectilíneas empalmadas a ángulos, justificando las dimensiones necesarias para los recorridos y movimientos de los distintos sistemas, manteniendo sus proporciones, acoplados al sistema de corte por donde se transporta la semilla para ser descortezada.



Geometrización de la forma estructural (González A. 2016)

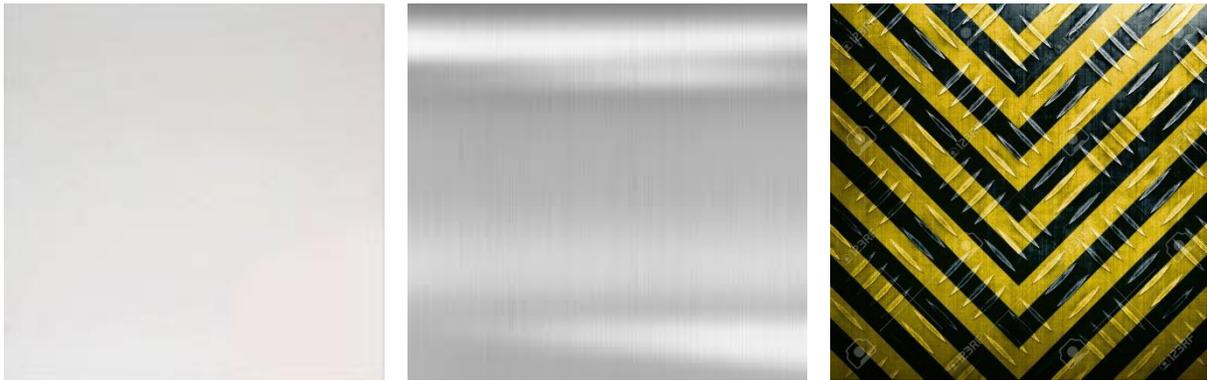


Geometrización de la forma exterior (González A. 2016)

La Academia al servicio de la Vida

La alternativa final del elemento protector de la estructura está basada en la geometrización de la semilla de marañón y las tenazas del escorpión, obteniendo formas orgánicas y biomorficas, con curvas donde predominan los bordes redondeados claramente marcados. La función del recubrimiento principalmente es la de proteger la estructura del sistema garantizando la misma protección del operario, para ello posee formas que no ponen en riesgo el contacto con el usuario. Las palancas están ubicadas al lado derecho e izquierdo de la carcasa donde posee una textura que evidencia al usuario sobre la forma de agarre que debe ejecutar

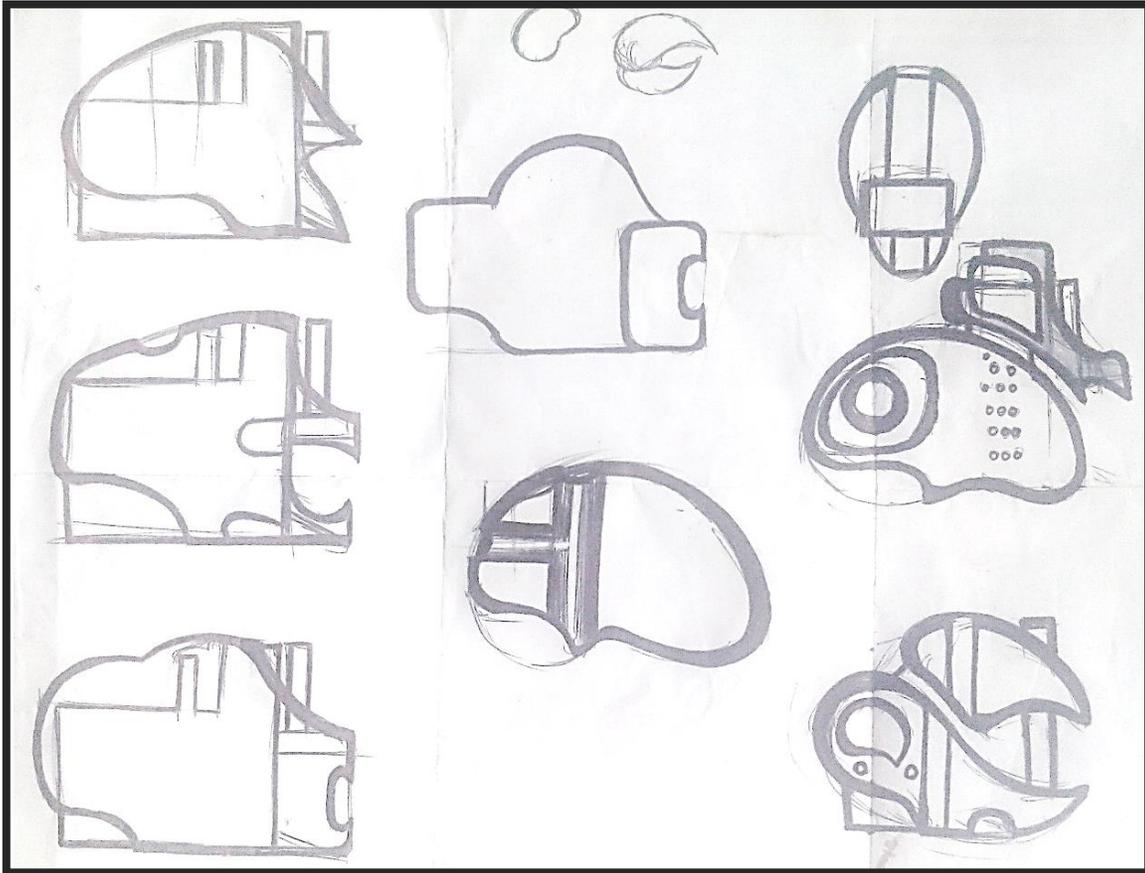
Colores y texturas:



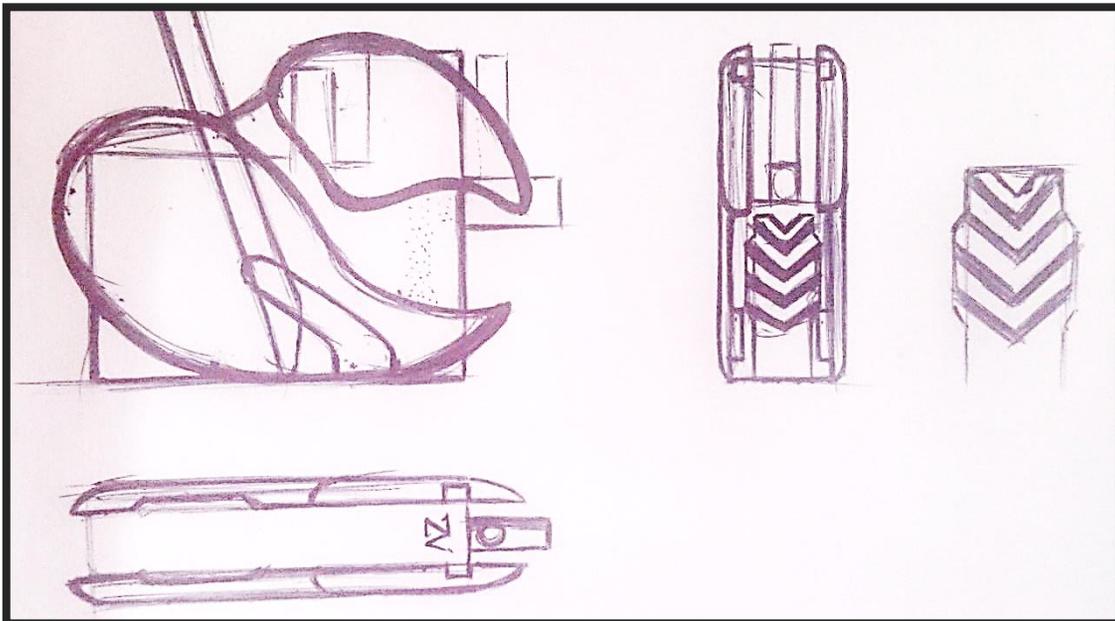
La textura predominante es el polímero de color blanco, para dar un aspecto de limpieza ya que la máquina está diseñada para tratar con alimentos; también posee texturas de acero que demuestran rudeza y firmeza para ejecutar las operaciones de corte para la cual fue diseñada e igualmente tiene una textura con franjas amarillas y negras que evidencia el lugar donde se realiza este proceso e indican riesgo.

13. Bocetos de evolución

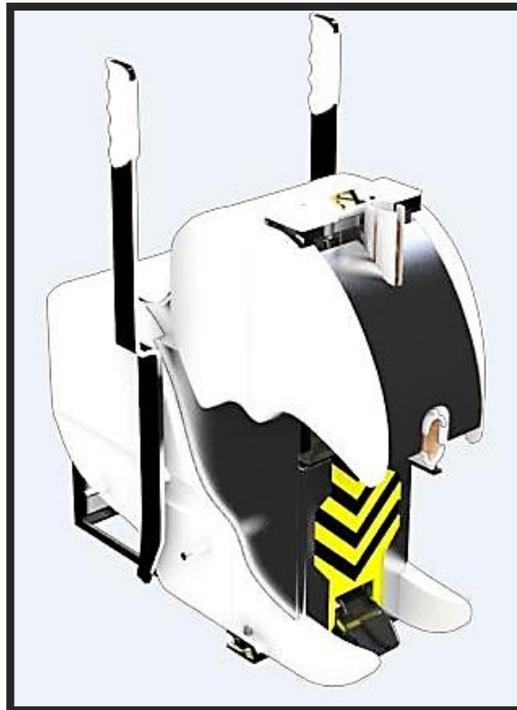
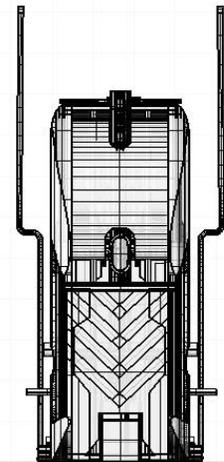
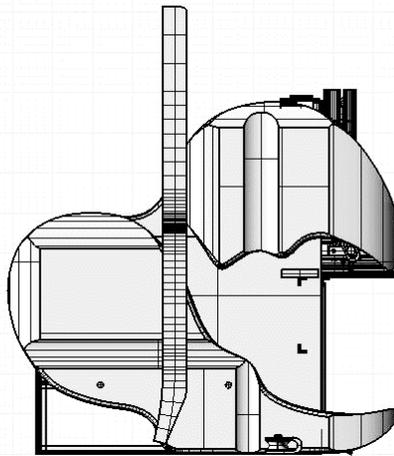
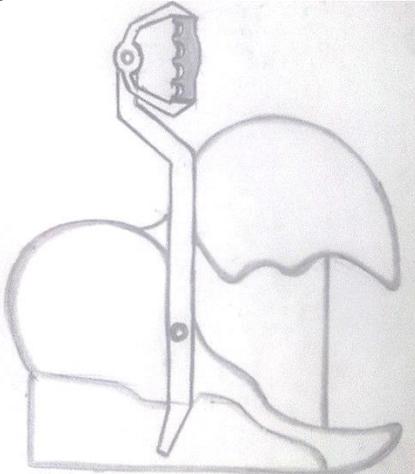




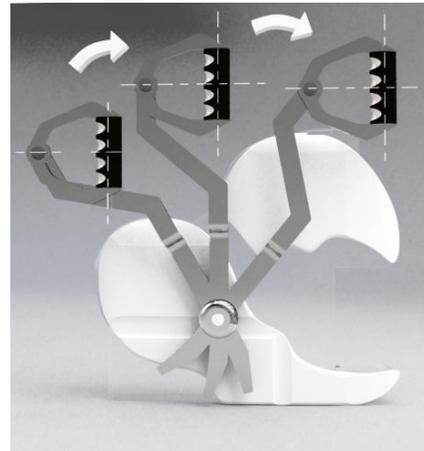
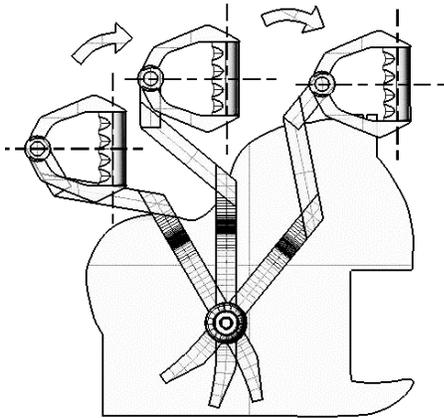
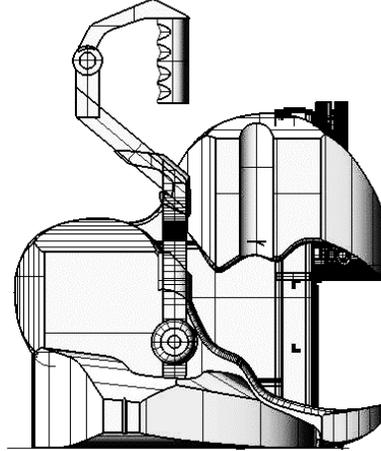
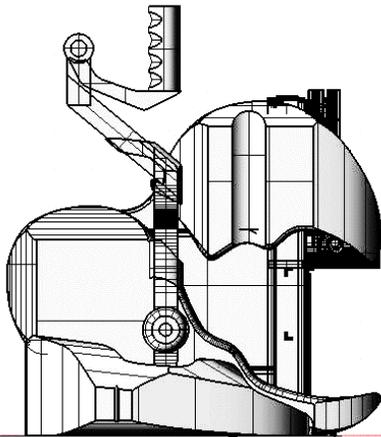
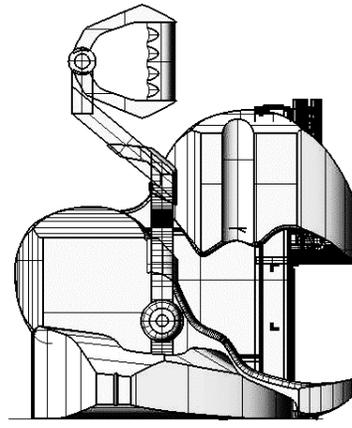
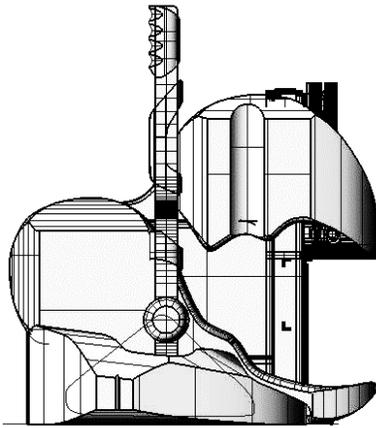
Bocetos carcasa (concepto formal_ semilla ft. Tenazas escorpión)



La Academia al servicio de la Vida



La Academia al servicio de la Vida





14. Materiales y Proceso productivo

Teniendo en cuenta a las tres empresas que procesan la almendra de marañón en el Vichada (Industrias Kjú, Marallanos y Asomavi), a las asociaciones que se encuentran en el departamento de Córdoba (Asopromarsab y Asomarañón), a la Sociedad de Agricultores de Colombia y a Asohofrucol, que poseen cultivos en el departamento del meta, se valoran ventas de 2 Máquinas Descortezadoras Az al mes, para garantizar que el proyecto tenga continuidad a través del tiempo, siendo un total estimado de 24 unidades anuales. Por ello se proyecta esta cantidad de producción:

Nombre	Materiales por unidad	Materiales por 24 unidades
Perfil ½ pulgada	6 metros	24 tramos de 6 metros
Corte de piezas del perfil	28 piezas	672 piezas
Armado de estructura soldadura	Estructura	24 estructuras
Electrodos	5 unidades	120 unidades
Platina ½ pulgada x 1/8 pulgada de grosor	2 metros	8 tramos de 6 metros (total 100 metros)
Corte platina y perforado	8 piezas	192 piezas
Fabricación de cuchillas	6 piezas	144 piezas
Armado de palanca en Y	1 unidad (4 dobleces)	24 unidades (96 dobleces)
Brocas para metal 1/8 pulgada	1 unidad	12 unidades
Tornillos, tuercas y arandela	14 grupos	336 grupos
Varilla ¼ pulgada	1 metro	4 tramos de 6 metros
Perforado de varillas ¼ pulgada	2 unidades	48 unidades
Lamina 1/32 pulgada de grosor	11 cm x 18 cm	264 cm x 432 cm
Fabricación de omegas	6 unidades	144 unidades
Fabricación de sistema corredizo	1 unidad	24 unidades
Piezas en acrílico 3 mm espesor	30 cm x 22 cm	7,20 metros x 5,28 metros
Termo transformado piezas polímero	10 piezas	240 piezas
Eje de palancas	1 unidad	24 unidades
Doblado de platina para palanca	2 unidades	48 unidades
Ensamblado de palanca en eje	2 unidades	48 unidades
Embolo de madera	3,5 cm x 2,2 cm x 8 cm	3,5 cm x 2,2 cm x 192 cm
Palancas	2 unidades	48 unidades



La Academia al servicio de la Vida

Poleas	5 unidades	120 unidades
Guayas	1 metro	24 metros
Ensamble de piezas	114 piezas	2736 piezas
Masillado de estructura	100 gramos masilla	2,4 kg Masilla
Carcaza polímero	9 partes	216 partes

Los materiales a usar son ángulos de acero, platinas y varillas de hierro, siendo duraderos, garantizando el uso y el abuso del sistema, son fáciles de conseguir en el mercado a precios asequibles, son reemplazables, cumplen la posibilidad de mantenimiento y los componentes son producidos a nivel local. También se usan polímeros compatibles con alimentos como lo es el polietileno, con que serán fabricadas las canales por donde se transportan las semillas para recibir el corte, generado por cuchillas de acero inoxidable, para no contaminar los alimentos.

Esto genera una dinámica comercial en la localidad debido a la creación de trabajos a la hora de la fabricación de la herramienta, beneficiando la región en más aspectos.



Diagrama de proceso de operaciones – Fabricación maquina descortezadora de almendras de marañón AZ

Nº	Actividad	Operación 	Inspección 	Transporte 	Espera 	Almacenamiento 
1	Ubicar material					
2	Corte de piezas – perfiles ½ pulgada					
3	Soldadura de piezas perfiles					
4	Perforación de perfiles					
5	Ubicación de platinas					
6	Corte de platinas					
7	Perforación de platinas					
8	Corte de varillas					
9	Perforación de varillas					
10	Ubicación del acrílico					
11	Corte laser en acrílico					
12	Termo formado de acrílico					
13	Perforación de acrílico					
14	Corte lamina de metal					
15	Perforación de lámina					
16	Mecanizado de omegas					
17	Perforación de omegas					
18	Corte de madera					
19	Perforación de madera					
20	Doblado de palancas					
21	Masillado y pulido					
22	Ensamble de todas las partes					
23	Ensamble de agarraderas					
24	Comprobaciones					
25	Almacenaje					

15. Costos

Materia Prima		
Nombre	Unidad de compra	Costo
Perfil ½ pulgada	6 metros	\$ 15.000
Electrodos	5 unidades	\$ 10.000
Platina ½ pulgada x 1/8 pulgada de grosor	2 metros	\$ 5.000
Brocas para metal 1/8 pulgada	1 unidad	\$ 3.000
Tornillos, tuercas y arandela	14 unidades	\$ 3.500
Varilla ¼ pulgada	1 metro	\$ 2.000
Lamina 1/32 pulgada de grosor	11 cm x 18 cm	\$ 1.000
Piezas en acrílico 3 mm espesor	30 cm x 22 cm	\$ 12.000
Eje de palancas	1 unidad	\$ 3.000
Embolo de madera	4 cm x 2,2 cm x 14 cm	\$ 3.000
Palancas	2 unidades	\$ 10.000
Poleas	5 unidades	\$ 20.000
Guayas	1 metro	\$ 4.000
Carcaza polímero	4 partes	\$ 145.000
Empaque	Empaque de cartón, estructura de embalaje	\$ 20.000
Total Materia Prima		\$ 256.500
Mano de Obra Directa		
Nombre	Unidad de compra	Costo
Corte de piezas del perfil	28 piezas	\$ 15.000
Armado de estructura soldadura	Estructura	\$ 25.000
Corte platina y perforado	8 piezas	\$ 6.000
Fabricación de cuchillas	6 piezas	\$ 30.000
Armado de palanca en Y	1 unidad	\$ 12.000
Perforado de varillas ¼ pulgada	2 unidades	\$ 2.000
Fabricación de omegas	6 unidades	\$ 7.000
Fabricación de sistema corredizo	1 unidad	\$ 4.000
Termo transformado piezas acrílico	10 piezas	\$ 12.000

La Academia al servicio de la Vida

Doblado de platina para palanca	2 unidades	\$ 4.000
Ensamblado de palanca en eje	2 unidades	\$ 2.000
Ensamble de piezas	Funcionamiento	\$ 55.000
Pulido	Retoques	\$ 30.000
Total Mano de Obra Directa		\$ 204.000
Costo de producción Unitario		\$ 460.500
Utilidad		\$ 335.462
Capacitación (puesta en uso de la maquina)		\$ 250.000
Precio de Venta		\$ 958.462

Presupuesto de gastos de administración y ventas

Para dar a conocer el producto en las diferentes procesadoras, se presenta información en CD's y folletos, que contengan los datos necesarios para informar de sus usos y beneficios, también se mantendrá publicando la información en redes virtuales, esto genera gastos adicionales que son importantes para dar a conocer al producto en el mercado, incluyendo el valor de \$500.000 al monto general de producción para 24 unidades.

Publicidad	CD, Folletos, publicidad virtual, Pautas	\$ 500.000
Total costo		\$ 500.000

PRESUPUESTO DE INVERSION

Diseño	Diseño Maquina con modelos de comprobación y pruebas con almendras	\$ 16.800.000
Total		\$ 16.800.000

Presupuesto de ventas

Estimando una comercialización de 24 unidades anuales, se proyectan ventas de \$23.003.077

	Primer año 1	Segundo año 2	Tercer año 3	Cuarto año 4	Quinto año 5	Total
PRODUCTO						
Maquinas	23.003.077	23.003.077	23.003.077	23.003.077	23.003.077	115.015.385

Valorando \$115.015.385 en ventas, en un periodo de 5 años.

**Estado de resultados presupuestado:**

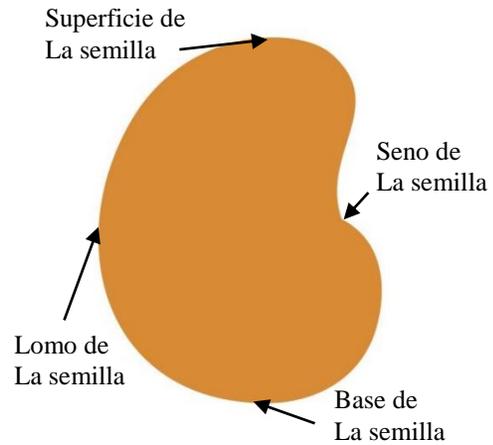
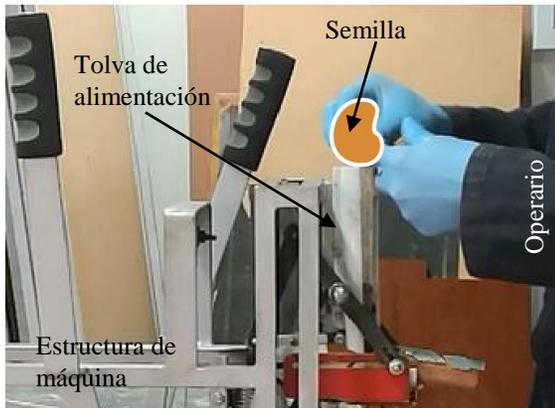
Ventas	115.015.385
Menos: Costo de Ventas	85.260.000
Utilidad Bruta Operacional	29.755.385
Menos. Gastos de Admon y Ventas	2.500.000
Menos. Gastos de inversión (diseño)	16.800.000
Utilidad Operacional	10.455.385
Menos: Provisión Para Impuesto (35%)	3.659.385
UTILIDAD NETA	6.796.000

(Polimeni, 1997)

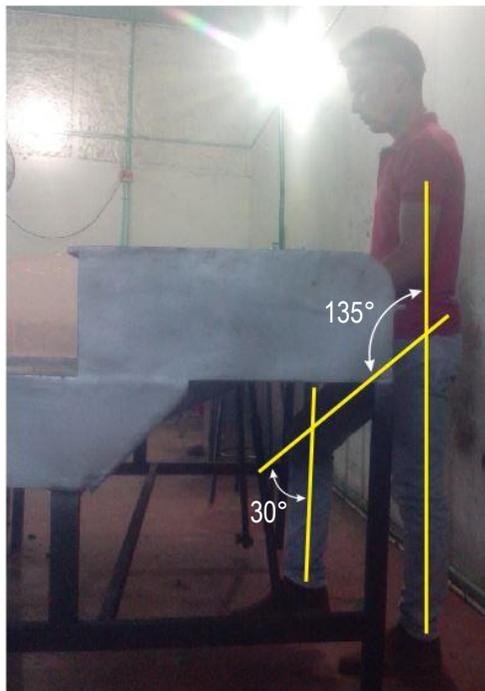


16. Análisis ergonómico

Gracias al nuevo sistema de descortezado de almendras, se eliminan los movimientos y los ángulos de las extremidades inferiores, se retiran los movimientos de precisión ejecutados para amoldar la semilla, reduciendo tan solo en depositar las semillas en la posición determinada, dentro de un canal para que la máquina las corte una por una. Para introducir la semilla en la tolva de alimentación, la base de la semilla debe estar ubicada hacia abajo, hacia la entrada de la tolva, al mismo tiempo el lomo de la semilla debe apuntar hacia la estructura de la máquina y el seno de la semilla debe estar en dirección hacia el operario.



Posición de la semilla en la tolva (González A. 2016)



La Academia al servicio de la Vida

El operario toma las semillas, una con cada mano, extiende y flexiona los brazos, sujeta la semilla haciendo una supinación y una pronación de la muñeca para flexionar los pulgares, transportar la semilla hasta la tolva de alimentación que se encuentra a una altura de 96,44 cm, es una altura para puesto de trabajos de precisión (Fig. 35) que se halla de 0 cm a 10 cm por debajo del codo del operador (Garavito, 2009); para determinar la altura del puesto de trabajo se tiene en cuenta la altura del codo que es de 106,44 cm según el percentil 50 seleccionado del libro “Procesamiento, análisis y síntesis de datos antropométricos orientado al diseño de productos” (Peña, 2008).

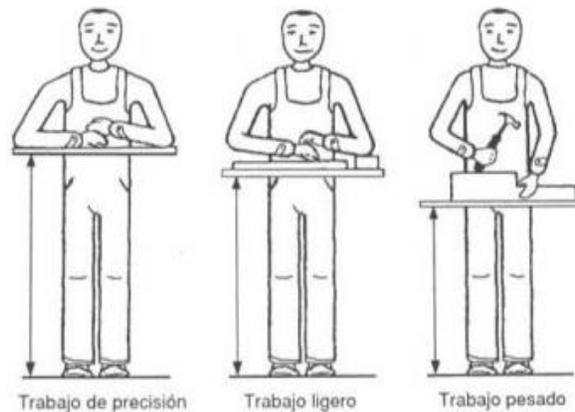
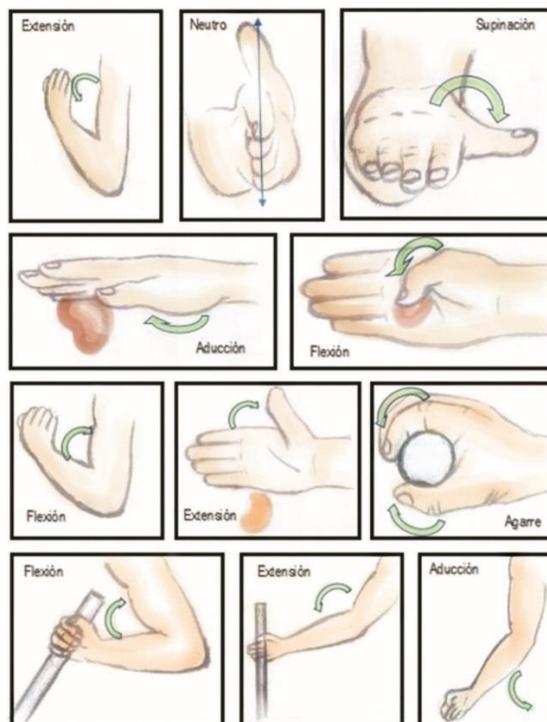
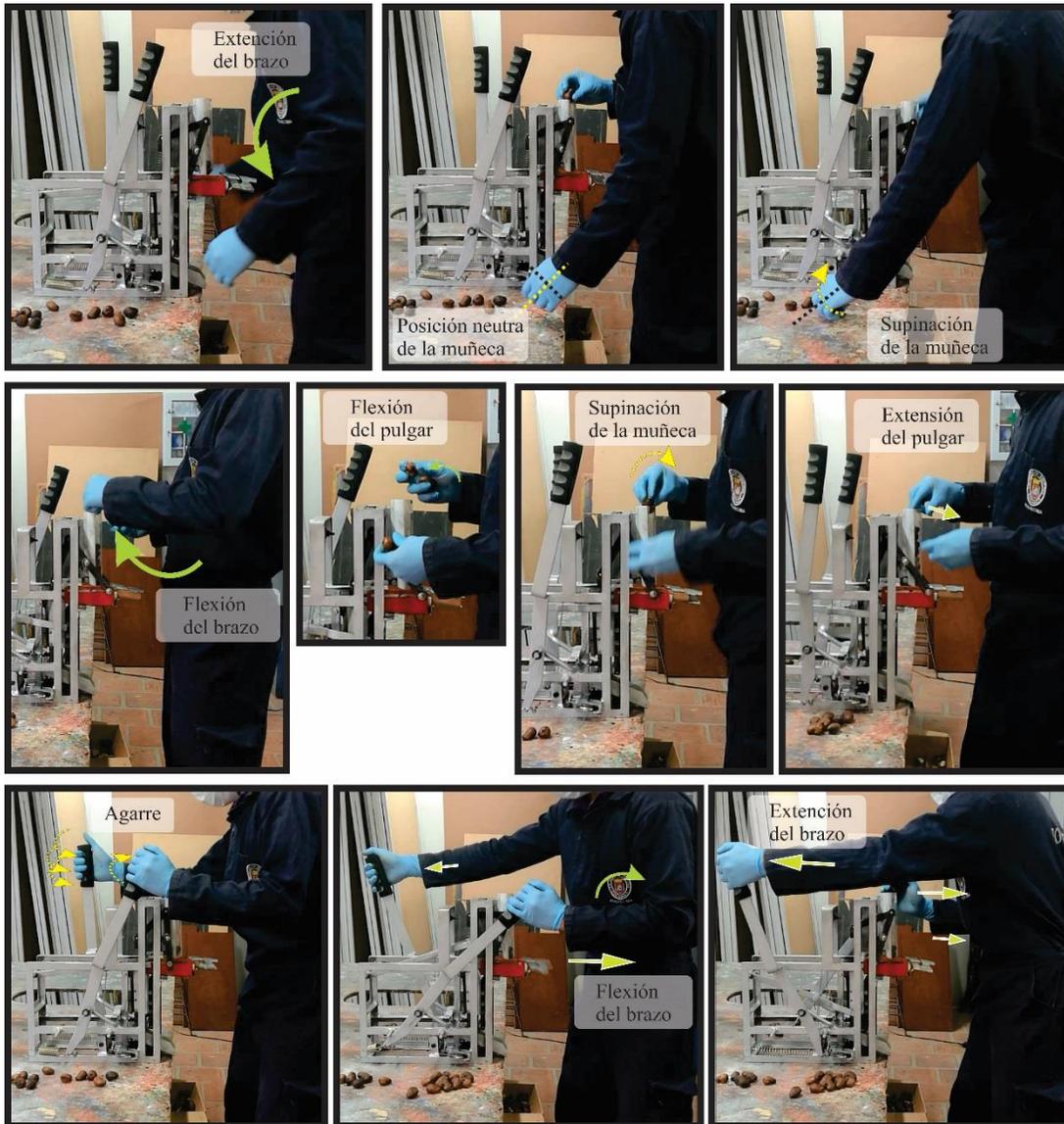


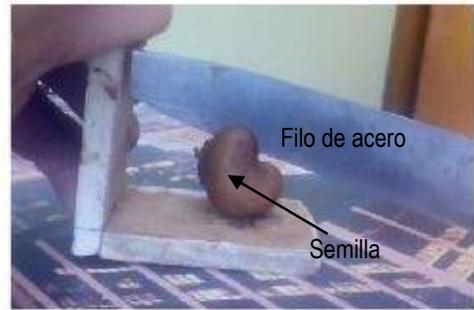
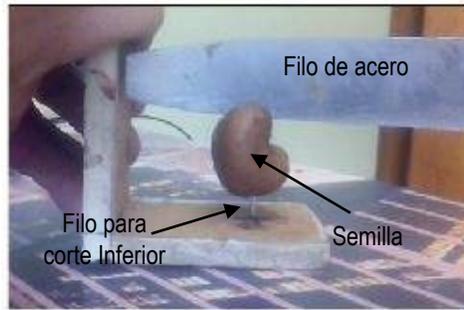
Figura 58. Puestos de trabajos. Tomado de Tomado de Diseño antropométrico de puestos de trabajo (Garavito, 2009)

El operario procede para tomar las palancas y hala de ellas haciendo una flexión, al descortezar la semilla, extiende los brazos y repite la operación.





Según (Barbosa, 2004) la fuerza de halar promedio es de 12. 6767 kg por cada brazo en trabajos repetitivos; para hallar la fuerza que se requiere para penetrar la base de la cáscara se hacen pruebas que consisten en poner peso a un filo de acero para que ejerza presión sobre la semilla, aumentando el peso gradualmente hasta que esta se corte; el filo penetra la base de la semilla cuándo el peso está aproximado a 2 kg, (19.6 newtons).



Prueba de fuerza para corte de cáscara en la base de la de semilla

Para calcular la fuerza que se debe ejecutar a cada palanca para descortezar las semillas, se agrega peso a una palanca, gradualmente, hasta que se accione y corte la semilla. Con la palanca izquierda corta la semilla con un peso aproximado a 6.4 kg (62,72 newtons) y la palanca derecha la descortezas con un peso aproximado de 9 kg (88,2 newtons), siendo la máxima fuerza a efectuar.



Cálculo de la fuerza requerida para el accionamiento de las palancas (González A. 2016)



1 Peso requerido para accionar la palanca izquierda en el descortezado de semillas
2 Peso requerido para accionar la palanca derecha y descortezar la almendra (González A. 2016)

El efecto palanca multiplica la fuerza con una relación de 20% a 80%, siendo apto el sistema para descortezar las semillas.

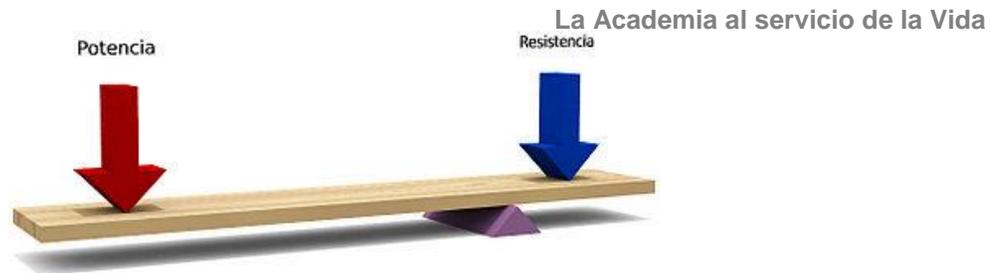
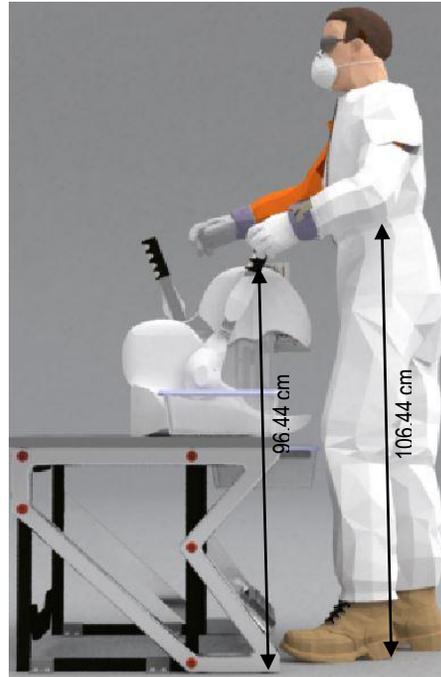


Figura 59. Efecto palanca. (Lopez, 2002)

Las dimensiones del sistema de descortezado de semillas se determina a través del análisis efectuado con el percentil 50, según Peña (2008) en el libro “Procesamiento, análisis y síntesis de datos antropométricos orientado al diseño de productos”, a la altura de los ojos al suelo con 154,72 cm, la altura de los codos con 106,44 cm y el alcance de brazo frontal con 72,38 cm. Obteniendo esta información se logra llegar a las medidas adecuadas y justificadas para el diseño y fabricación industrializada del sistema de descortezado de almendras de marañón.



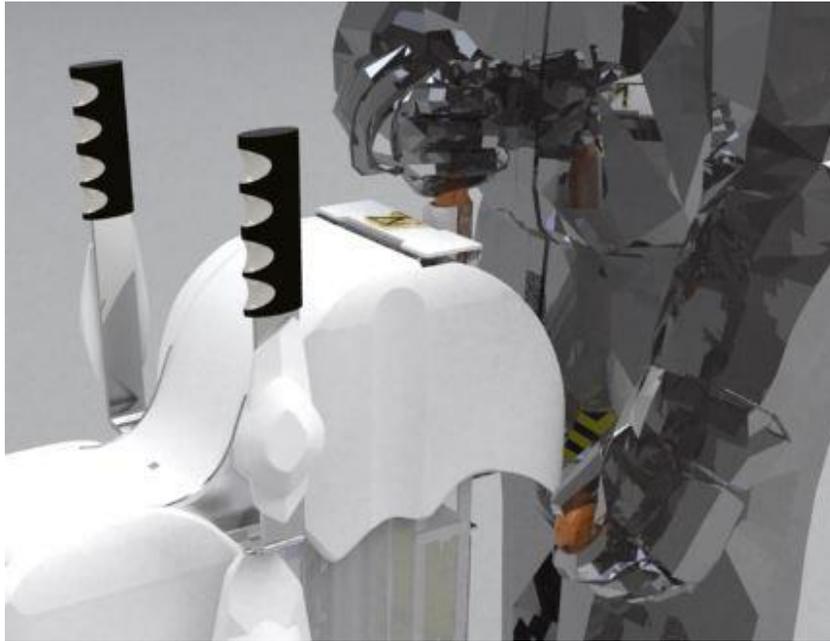
Para evadir la contracción muscular prolongada de las extremidades inferiores es pertinente alternar la posición de los pies y el ángulo de la pisada para repartir el peso, estimular la circulación sanguínea en dicha zona a través de un sistema de apoyo ubicado al frente del operario llamado reposapiés. (Navarra, 1999)



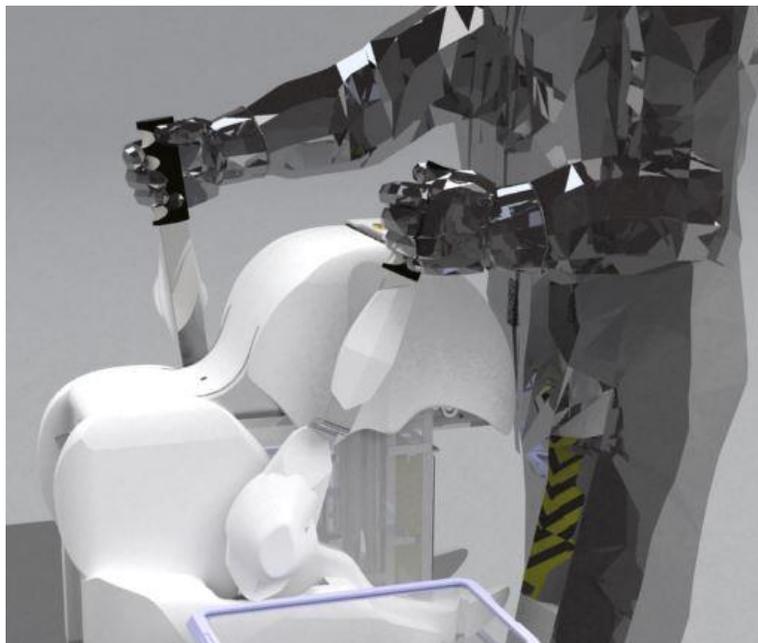
La altura de la superficie de trabajo está ubicada por debajo del codo, debido a los movimientos de fuerza que se debe aplicar para ejecutar la operación de descortezado. Inicialmente la tolva poseía capacidad de almacenamiento para 7 semillas, la cual fue modificada en su altura, quedando con una capacidad de almacenamiento de 6 semillas, para mejorar la postura de los brazos, teniendo en cuenta la altura requerida para una tarea repetitiva.



La posición de la maquina brinda un rango de visión a 55° desde la línea horizontal visible para el operario a la hora de recargar la tolva de alimentación con las semillas, según Peña (2008) la altura de los ojos está a 165,56 cm desde el suelo con el percentil 50, donde recubrimiento de la máquina los protege de cualquier salpicadura.



La recarga de semillas en la tolva de alimentación es una operación de precisión, donde debe permitir un fácil acceso a las manos. Este material debe resistir la corrosión de los ácidos y de fácil limpieza.



La operación de descortezado consiste en un trabajo de fuerza, al halar las dos palancas, los agarres deben brindar mayor comodidad para permitir una empuñadura que permita el agarre de las palancas.

17. Manual del usuario

Para procesar las semillas primero se depositan en el canal de alimentación, una por una en la posición adecuada, hasta llenarlo; donde se depositan alrededor de 5 a 6 semillas, existen dos contenedores de semillas para que se agreguen con cada mano.



Cuando el canal de alimentación está lleno, el operario procede a tomar las dos palancas, una con cada mano, para halar primero la del lado izquierdo y poner en posición a una semilla en el canal de cuchillas longitudinal; luego se hala la palanca del lado derecho para que estas cuchilas la corten la cáscara por la mitad sin dañar la almendra, cayendo en un recipiente instalado debajo de la máquina.

La Academia al servicio de la Vida



Según (Nogareda, 2011) para trabajos repetitivos se deben realizar 10 minutos de recuperacion cada 50 minutos.

18. Definición de mercado

Este sistema que permite descortezar de una manera más eficiente las semillas de marañón, está dirigido a las empresas y microempresas que se encargan de procesarlas, permitiendo a las procesadoras poseer una nueva opción para mejorar su producción. Primordialmente, este producto va dirigido hacia las 3 empresas del Vichada (Industrias Kjú, Marallanos y Asomarvi), en estos momentos están surgiendo nuevas agrupaciones como lo es la Asociación Gremial Agroforestal Vichadense que se están encargando de plantar alrededor de 1400 hectáreas de marañón, siendo un posible cliente potencial. Se busca la forma de expandir el mercado hacia el departamento del Meta y el departamento de Córdoba, quien cuenta con dos de las asociaciones más importantes de marañón en Colombia como lo es Asopromarsab y Asomarañón a quienes se debe llegar con estrategias de promoción, a través de un folleto y un CD que contenga la información necesaria sobre las ventajas que brinda la herramienta y los beneficios que le puede aportar a sus compañías.



En un nivel más generalizado También se propondrá en sociedades como la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) y en Asohofrucol, ubicadas en la ciudad de Bogotá, para expandir el reconocimiento de la marca de manera más rápida.

Cuando el producto se haya posicionado a nivel nacional, se aspira expandir el mercado a nivel internacional, aprovechando la cercanía de Brasil, país vecino que es el mayor productor de marañón en el mundo, después de la India.

Este proyecto también planea implementar diferentes estrategias para promocionar el producto en las empresas de Colombia, como visitar las procesadoras y hacer pruebas directas, evidenciando videos y comparando el rendimiento de producción. Es importante que la marca posea una página web, donde se suministre información, para que los clientes se puedan contactar de una manera eficaz, dando garantías y una excelente atención para fidelizarlos. El proyecto también se expondrá en la feria Agroindustrial que es celebrada cada año en Villavicencio.



Figura 60. Feria Agroindustrial Meta (Murillo G. 2014)



Figura 60. Posters recuperados de Página Viaja por Colombia: http://www.viajaporcolombia.com/noticias/feria-agroindustrial-2016-en-mani-casanare_6888

También se expondrá en ferias como: la feria Agroindustrial Ganadera Rueda de Negocios, realizada en los meses de mayo en el departamento de Casanare; la Feria Nacional Ganadera celebrada en los meses de Junio en el departamento de Córdoba; y Agroexpo Corferias celebrada en los meses de julio en la ciudad de Bogotá.

19. Gestión de Diseño

Debido a las propiedades alimenticias que posee la almendra de marañón, es un fruto apetecido en el mercado nacional e internacional, donde la concentración de proteínas y sus condiciones bajas en grasas la vuelven una opción importante para aquellas personas que cuidan de su salud; aquí se evidencia una necesidad significativa para poder crear oportunidades de negocio con base a este fruto y así aprovechar las hectáreas de cultivos de marañón que están produciendo en nuestro país desde hace un par de décadas (Arango W. L., 2003); por ello se plantean ideas que permitan mejorar estos procesos de producción para aumentar el rendimiento de las empresas, para lograr expandir aquellas marcas, conduciendo a la creación de empleos y así llevar bienestar a la población; entre aquellas ideas está en mejorar el descortezado de estas semillas, proponiendo así, una máquina que optimice esta labor, para aprovechar al máximo la materia prima generada en los terrenos nacionales e internacionales.

Para llegar al mayor número de empresas se debe poseer un sistema productivo de estas máquinas, donde se requiere de capital para fabricarlas; para emprender este negocio se busca el apalancamiento con entidades que apoyen el emprendimiento, por eso se proyecta agregar este trabajo a fondos como lo es el Fondo Emprender del Servicio Nacional de aprendizaje (Sena, 2016) y en la Fundación Ecopetrol para Desarrollo Regional (Fundescat, 2016) para el departamento del Vichada, dirigiéndola a los potenciales clientes, que son las empresas encargadas de procesar esta almendra y utilizan herramientas hechas para descortezar el fruto, ofreciendo así una nueva alternativa.

Para la creación de la fábrica de máquinas descortezadoras se necesita un lugar con dimensiones propicias para elaborar 24 unidades cada año como mínimo, se necesita personal administrativo, personal capacitado en ventas y producción mecánica, se requieren de máquinas que permitan cortar, soldar y doblar materiales como el hierro y el acero, también se demanda una zona de elaboración de empaques, de embalaje, de ensamble y zonas de pruebas.

Por el ello el apalancamiento juega un papel muy importante para desarrollar este proyecto pues así se financian los recursos, a través de entidades interesadas en este emprendimiento, generando una inercia favorable para el crecimiento de nuestra sociedad.

20. Innovación

La máquina propuesta en este proyecto permite al usuario descortezar una semilla a la vez de una manera más eficiente, gracias al sistema de canales, cuchillas y palancas que la accionan; reduciendo la cantidad de movimientos corporales hacia las extremidades superiores, sin olvidar la asequibilidad generada por el uso de materiales comunes en su fabricación, que pueden conseguirse en cualquier ferretería de la región. Este sistema es adaptado para ser implementado en las microempresas de una manera más efectiva porque puede usarse en cualquier lugar, ya sea en zonas rurales o urbanas. El sistema permite descortezar 6,120 kg por hora, siendo un aproximado de 1224 semillas. Obteniendo ventajas mecánicas y productivas a la hora de accionar las palancas sin necesidad de energía eléctrica o combustión.

El mantenimiento es una tarea efectuada por los operadores, debido a su baja complejidad, ya que es un elemento que no requiere de sistemas complicados de fabricación.

Debido a su tamaño y proporción brinda ventajas dimensionales ya que se puede enviar en transportes de servicios por encargo, a través del transporte aéreo, fluvial o terrestre.



1 Máquinas descortezadoras locales (Kajú, 2016) 2 Máquina automática de descortezado (Sairaj, 2015) 3 Máquina automática de descortezado Cao Phat (Caophat, 2016)

Debido a la comparación del rendimiento de las maquinas hechas fabricadas para las microempresas de Puerto Carreño y las máquinas automáticas que existen en Brasil y la India, se evidencia que el precio de la maquina descortezadora propuesta en este proyecto (MDM_AZ) es asequible para aquellas fábricas que están empezando a surgir, para aportar en el desarrollo de ellas a un precio cómodo y conveniente.

21. Análisis ambiental de la respuesta

Gracias a la implementación de un sistema mecánico para el procesado de las semillas se previene el uso de energía eléctrica o energía por combustión, para evitar la contaminación del aire debido a los gases emanados por dichos procedimientos. Además el uso de materiales comunes y fáciles de encontrar en ferreterías locales, hacen que la fabricación sea sencilla permitiendo una elaboración regional donde las partes se consiguen en la misma zona, evitando encargos y envíos hacia otras ciudades o lugares apartados, ayudando a disminuir el impacto ambiental que se pueda provocar. El impacto ambiental más relevante a la hora de fabricar la herramienta es en el recurso aire, debido a los gases emanados a la hora de soldar, las partículas que se despiden en el momento del corte de y la perforación de los metales.

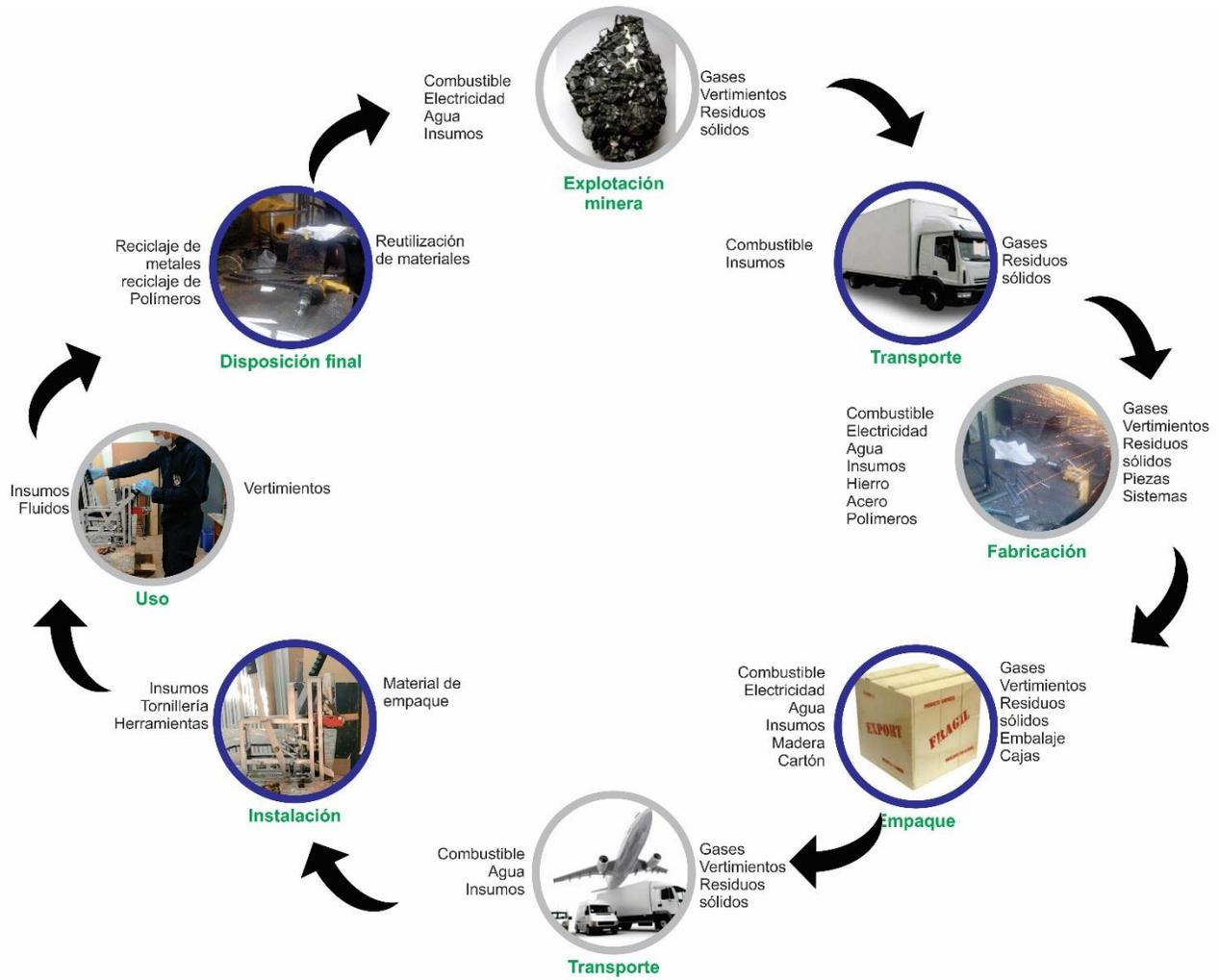
(Ver anexo 9)

ELEMENTOS DEL ENTORNO	ASPECTOS AMBIENTALES DE PRODUCCIÓN DE MDM AZ	Fuentes											RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	FLORA	FAUNA	SOCIOECONÓMICO	TOTAL				
		Procesamiento	Corte de piezas (ángulos y planas)	Perforación de piezas (ángulos y planas)	Corte y perforación de varillas	Corte laser en acrílico	Tornoformado de acrílico	Perforado de acrílico	Soldadura de piezas (ángulos y planas)	Corte de metales	Ensamble de todas las partes												
RECURSO AGUA	Consumo de agua			1		1		1	1	1	2	2	2	2	1	1	3	1	1	1	1	2	26
	Procesamiento de aguas Residuales (AR)								1	3													20
	Partículas de materiales en (AR)		1	3	1																		30
	Descarga de AR en redes de aguas limpias				3		3				1	3	1	1	1	3							21
	Desvío de caudales en redes de aguas limpias																						11
	Descarga de sólidos en redes de aguas limpias		1		1		1		1														12
	Multitudin e intensidad de olores				2		2		2		2												27
	Contaminación Del Agua Por Sustancias Tóxicas				3		3		3		2	3	2	2	1	3	2						10
	Reutilización del agua										2	2	2	2									54
	RECURSO AIRE	Partículas del material en el aire		1	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	2	2	1	3	3	3
Emisión de gases por máquinas			1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	3	2	3	3	2	2	1	2	2	60
Olores de gases tóxicos en proceso			2	1	2	3	2	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2	3	3	64
Transporte de material particulado por viento			3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	36
Olores tóxicos de residuos sólidos			1	2	2	1	2	2	1	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	1	2	2	45
Olores por aguas contaminadas																							1
Vibración			2	2	2	2	2	2	2	2													22
Ruido			1	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	44
Desmoronamiento Del concreto		1																					8
RECURSO SUELO		Inestabilidad de las placas del concreto y suelo																					
	Contaminación con A.R.																						14
	Contaminación con Residuos Sólidos (R.S.)				2		2		2														14
	Contaminación con Residuos Tóxicos																						16
	Erosión		1	1	1	1	1	1	1														10
	Hundimiento Del Terreno																						22
	Pérdida de vegetación		1		1		1		1		1												1
	Afectación de flora por material particulado																						8
	Afectación de la vegetación por gases tóxicos																						6
	FLORA	Pérdida de especies				1		1		1		1											
Destrucción de insectos																							6
Desplazamiento de insectos																							6
Desplazamiento de aves																							6
Desplazamiento de mamíferos																							6
Generación de ruido			2	1	1	1	1	1	1	2	3												24
Desplazamiento de comunidad																							31
Reparaciones sobre salud humana					1		2	1	2	1	2	3	2	3	1	1	2	1	3	3	1	2	31
Reparaciones sobre movilidad de productos																							31
Reparación sobre movilidad de maquinaria																							31
FAUNA	Reparación sobre escuelas																						31
	Modificación sobre centros de salud																						31
	Modificación Del paisaje																						31
	Modificación de viviendas																						31
	Modificación del medio ambiente de los habitantes																						31
			3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			6		72		72		75		95		56		74		67		79		14		6



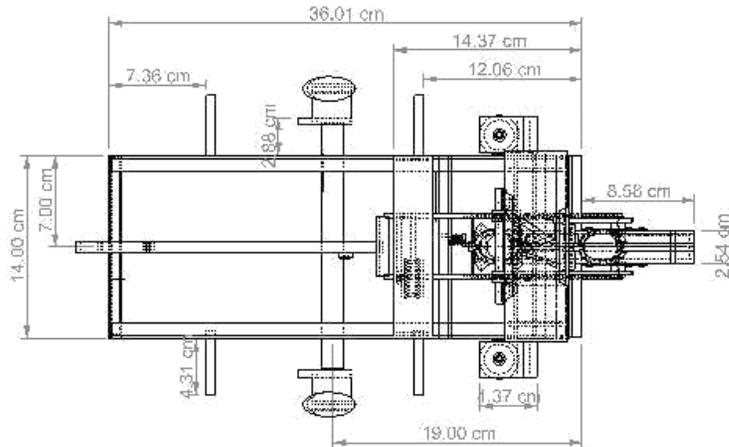
Ciclo de vida del producto

El impacto ambiental de un producto tiene como inicio en la extracción de la materia prima y acaba cuando la vida útil del producto llega a su fin (Romero, 2003). Aquí se evidencian las etapas que el producto atraviesa:

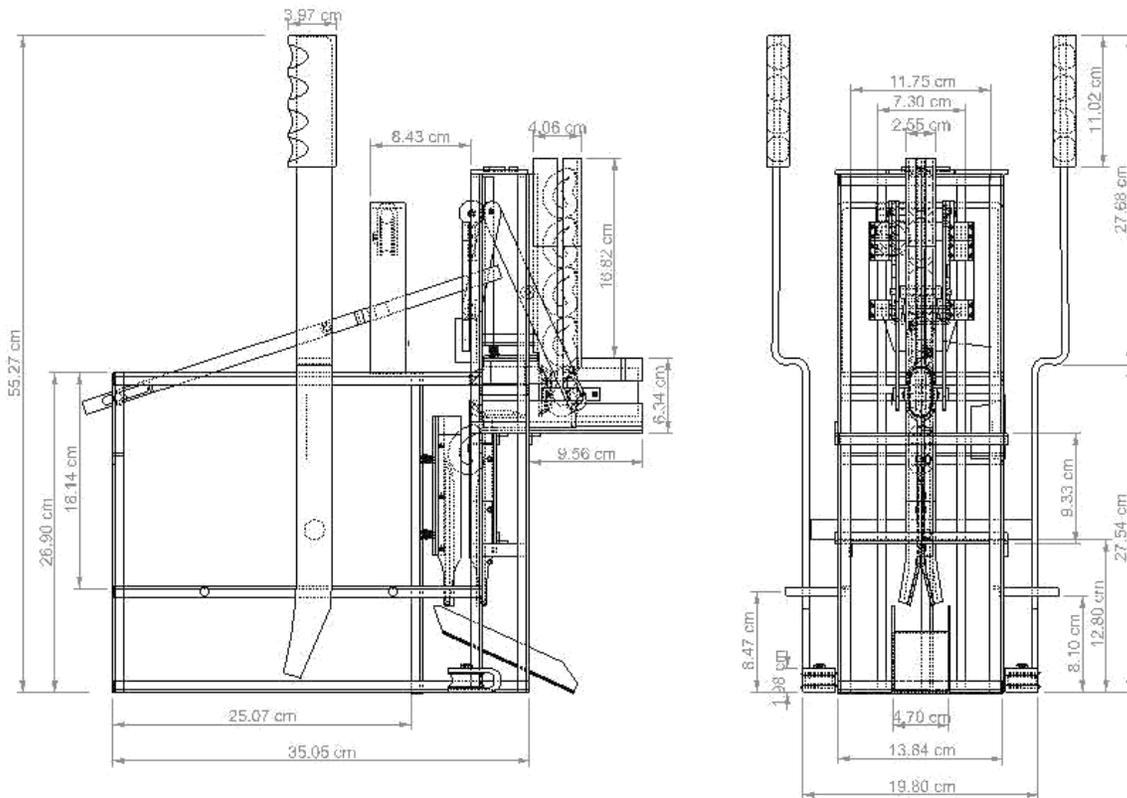


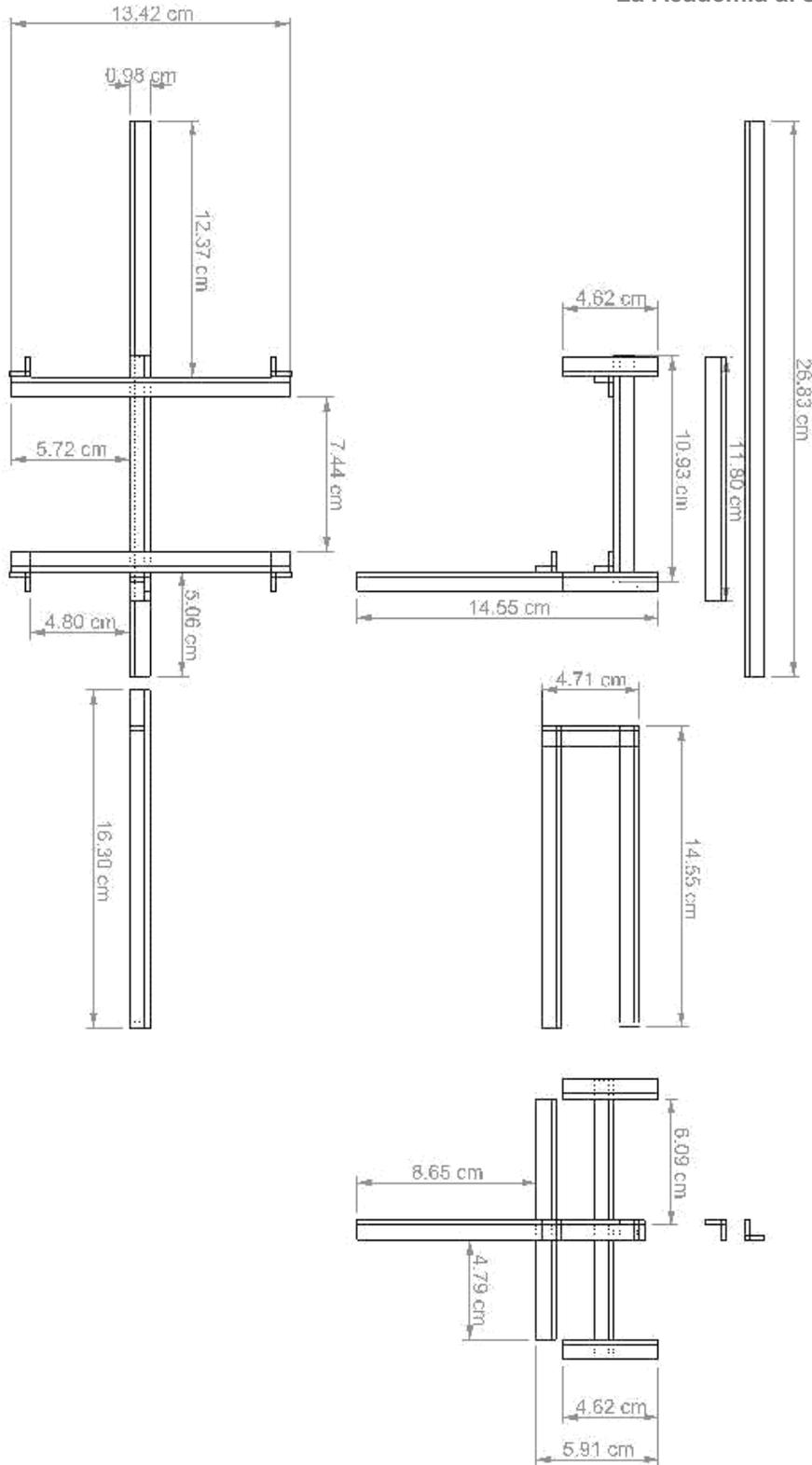
Ciclo de vida de la máquina descortezadora de almendras de marañón (MDM_AZ) (González A. 2016)

22. Planos y fichas técnicas de producción

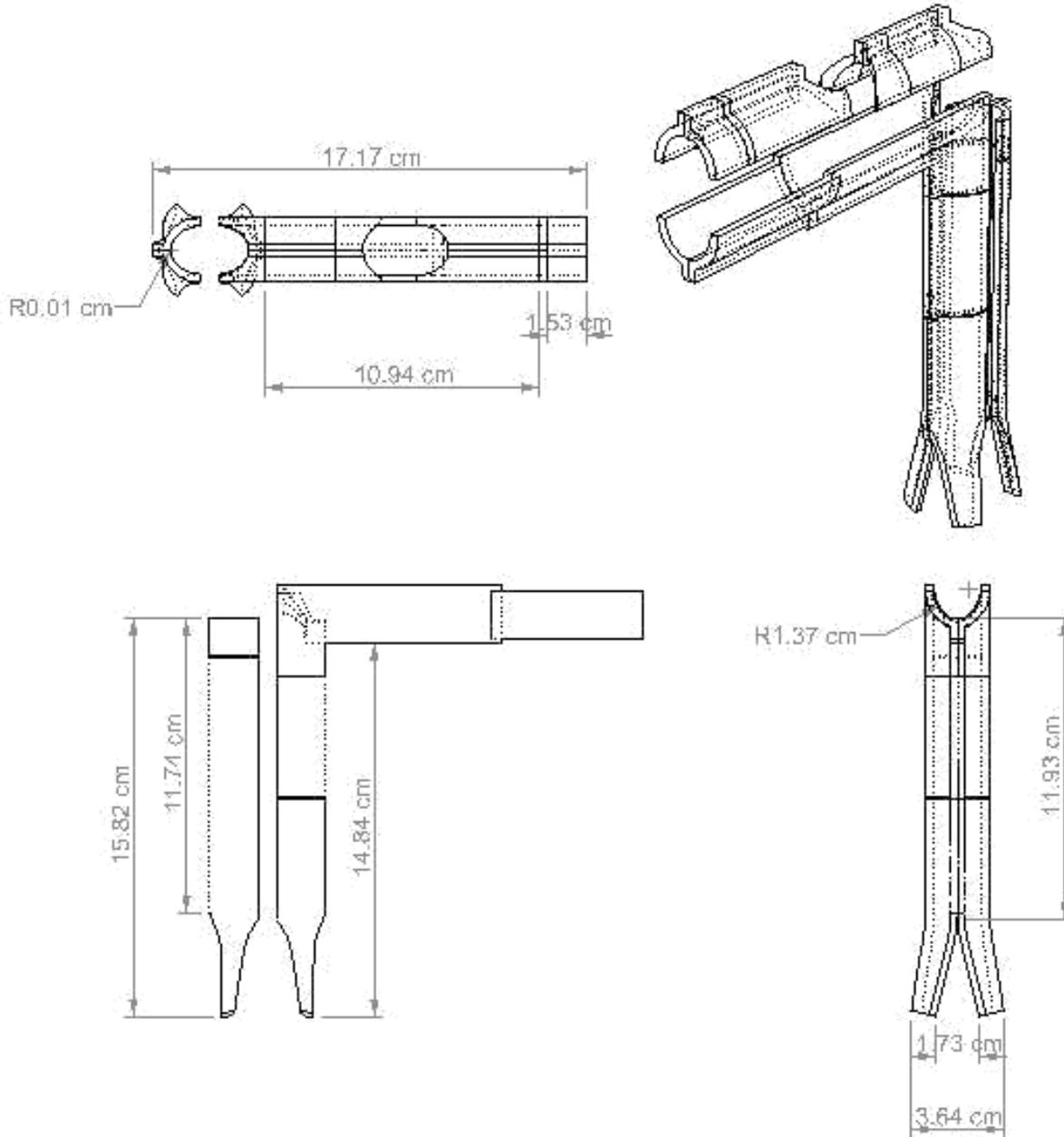


Plano general maquina descortezadora de almendras de marañón (González, 2016)

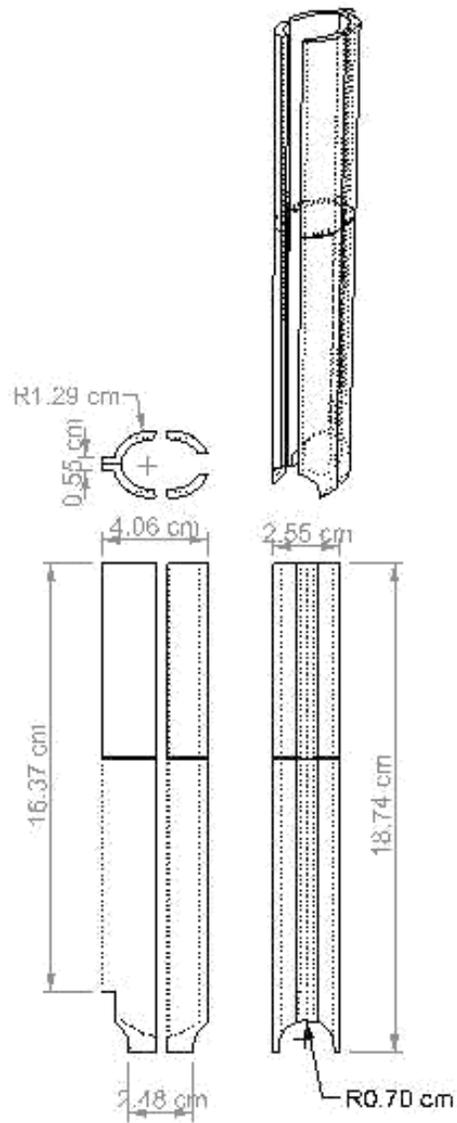




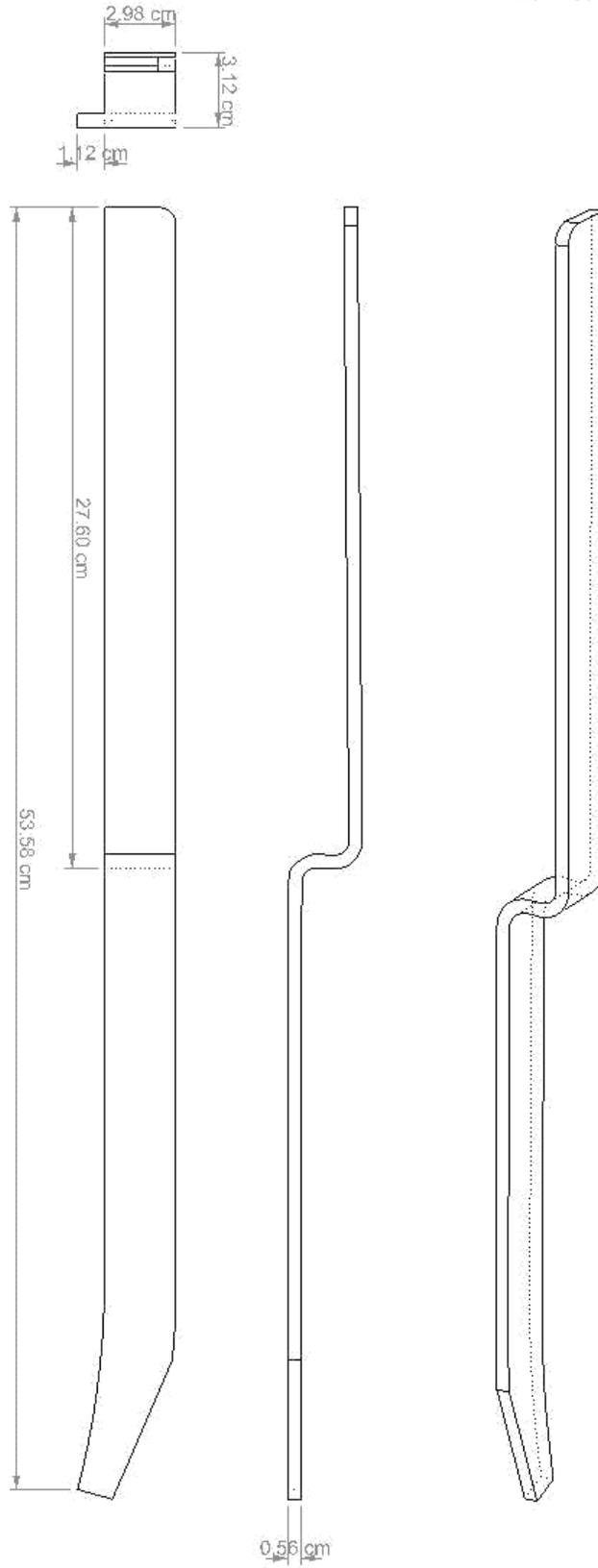
Planos de estructura metálica (González, 2016)



Sistema de canales que contienen cuchillas de corte (González, 2016)

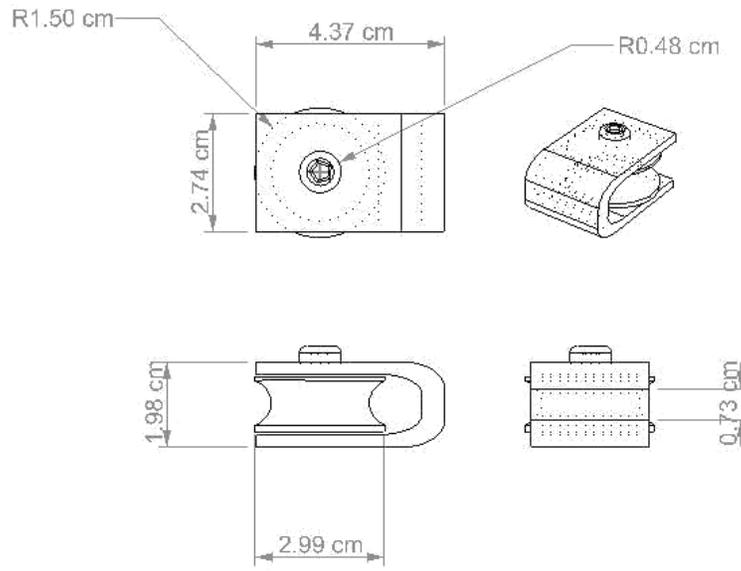


Tolva de alimentación (González, 2016)

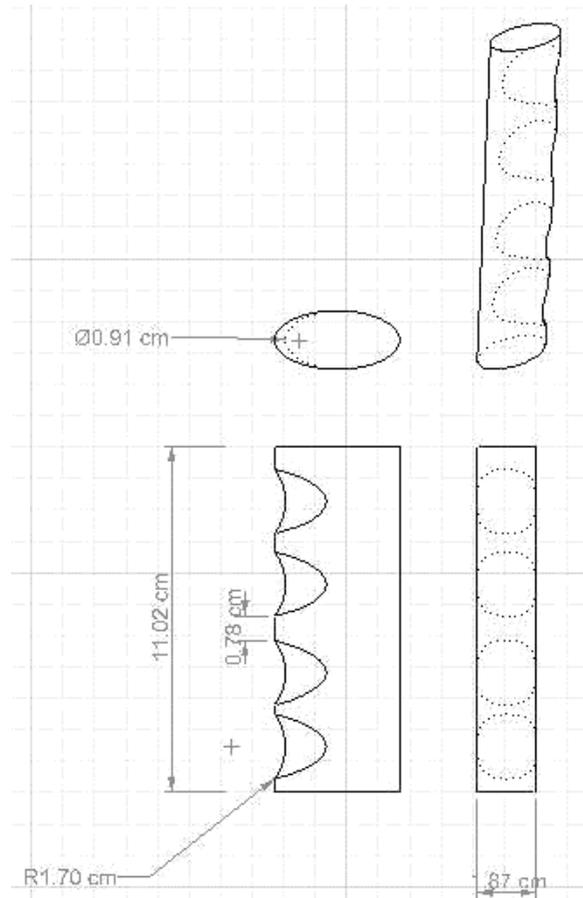


Palanca de accionamiento mecánico (González, 2016)

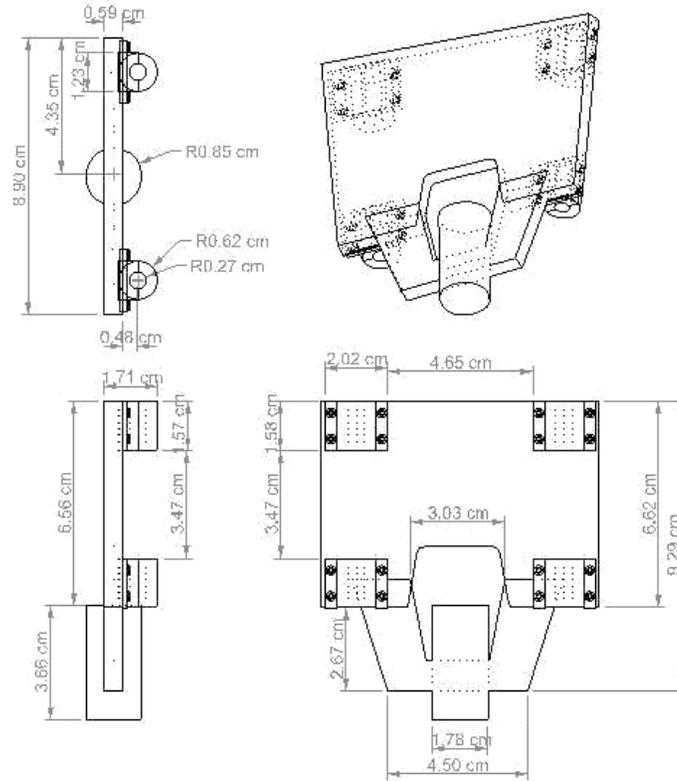
La Academia al servicio de la Vida



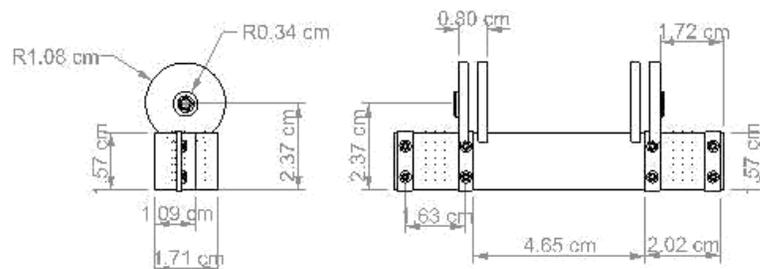
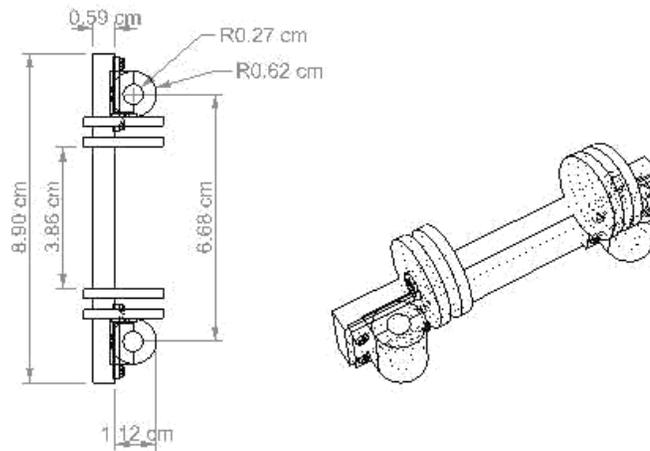
Polea para rodamiento de guaya (González, 2016)



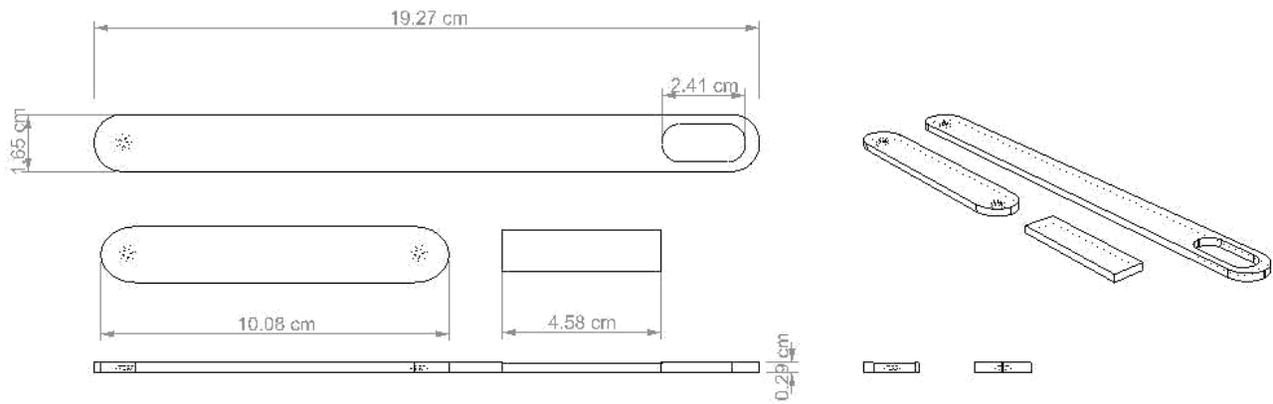
Agarres de palancas (González, 2016)



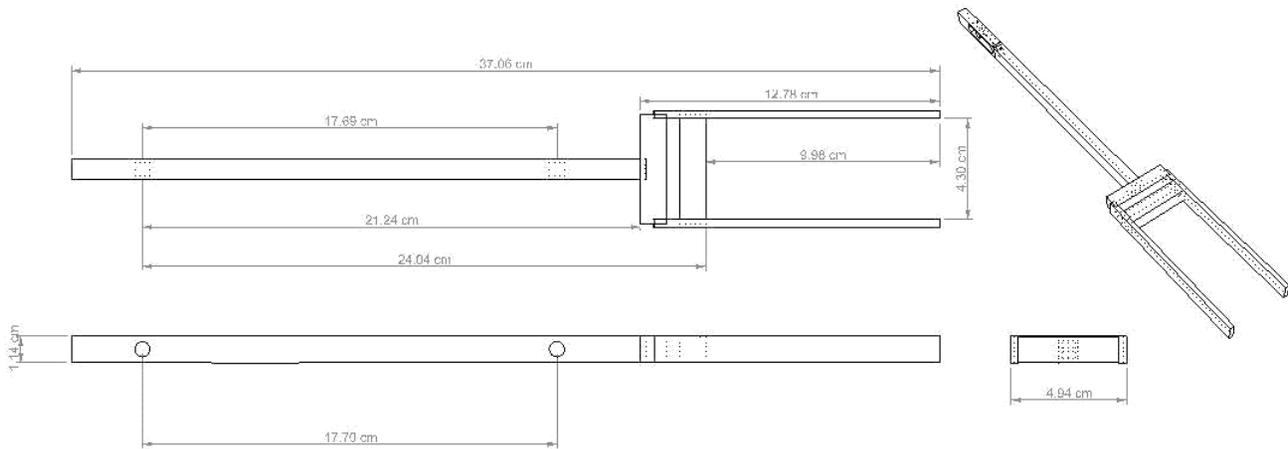
Plano de sistema de corredera 1 (González, 2016)



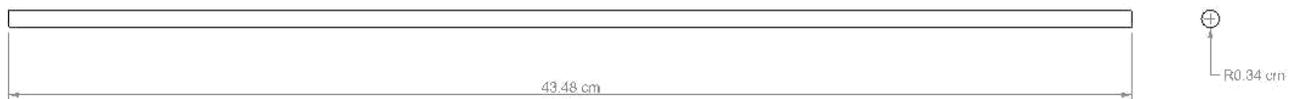
Plano de sistema de corredera 2 (González 2016)



Planos de palancas sistema corredizo (González, 2016)

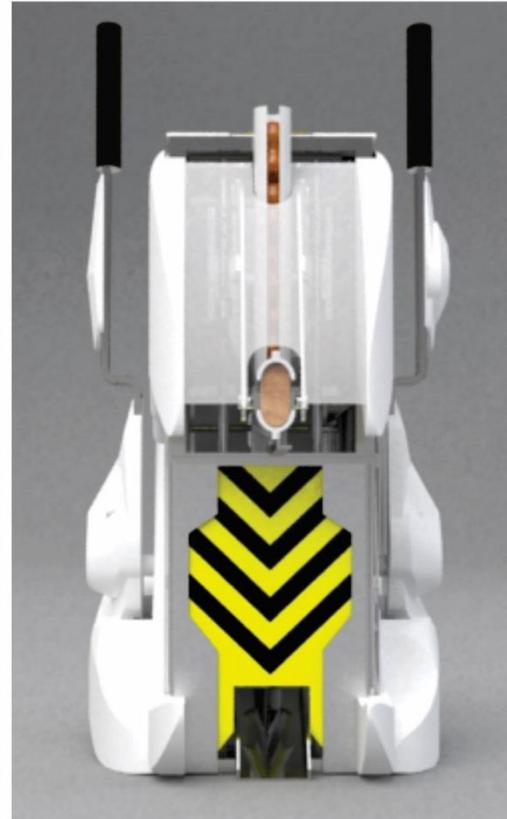
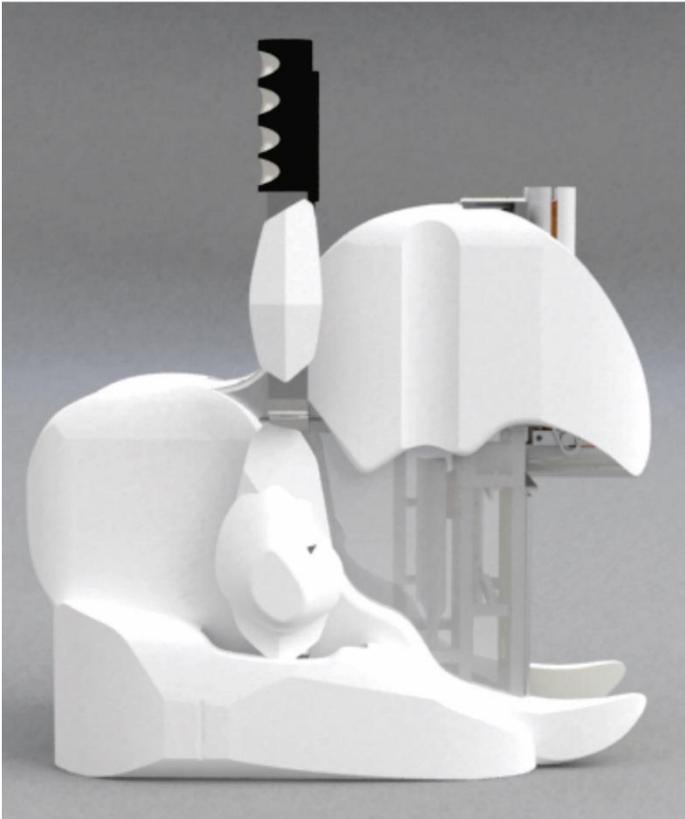
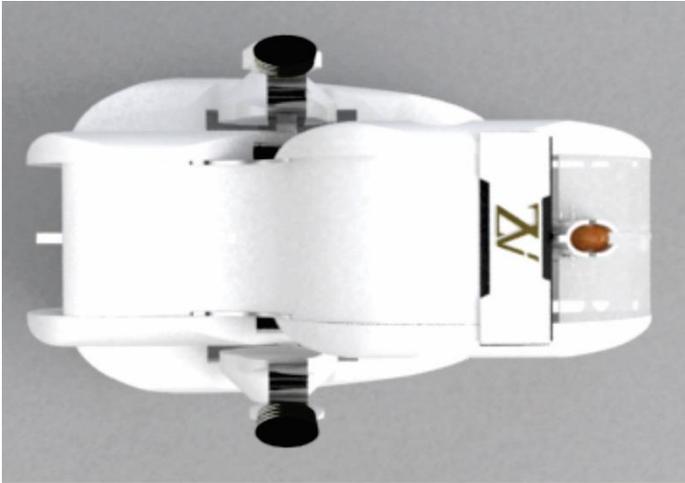


Planos de palanca tenedor base (González, 2016)



Planos de rieles, varilla (González, 2016)

23. Renders finales

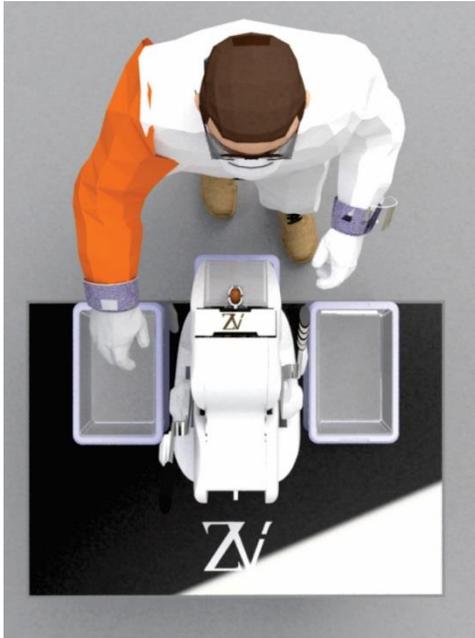




24. Despiece

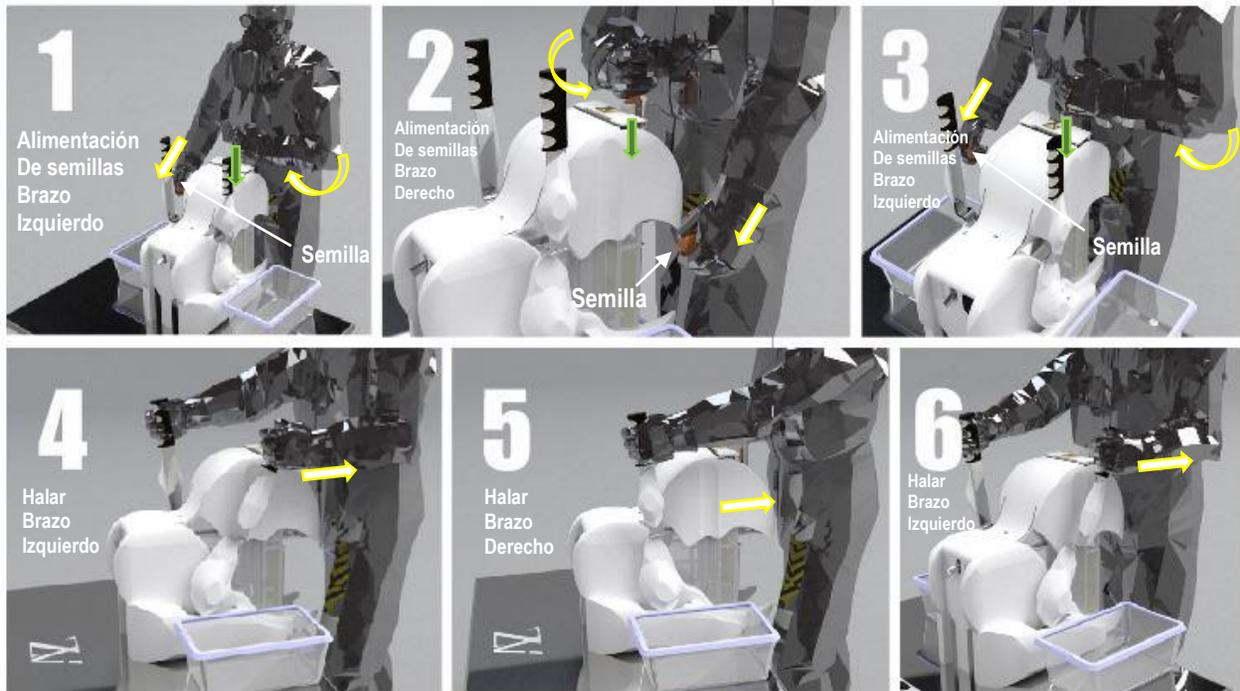


25. Relación con el usuario





26. Secuencia de uso



Seis semillas son introducidas en el canal de alimentación, una por una, en una posición determinada, para luego halar y accionar la palanca izquierda, que toma una semilla y le genera el primer corte, prosiguiendo al accionamiento de la palanca derecha para descortezar la semilla por la mitad, y evacuándola en los contenedores.

27. Modelo de comprobación



Fabricación de estructura base con ángulos de metal (González A. 2016)



Fabricación de cuchillas y adaptación a canales (González A. 2016)



Fabricación de guías y correderas, ensamble de canales – cuchillas (González A. 2016)



Ensamble de palancas para embolo y ensamble de tolva de alimentación (González A. 2016)



Construcción de poleas, ensamble de palancas y ajustes de guayas (González A. 2016)



Desarmado de estructura, recubrimiento con masilla, lijado y pintado (González A. 2016)

La Academia al servicio de la Vida



Ensamblado de partes pintadas, calibración de resortes ajustes de cuchillas e implementación de agarraderas (González A. 2016)



Fabricación de carcasa (González A. 2016)

28. Comprobación

Comprobaciones de tiempos de descortezado con maquina tradicional (Industrias Kjú)

Tiempo minutos	Industrias Kjú			
	Enteras	Quebra	Total	%Queb
1	14	4	19	21
5	67	11	78	14
10	60	15	75	20
15	60	17	77	22
20	59	10	69	14
25	67	14	81	17
30	59	13	72	18
35	62	17	79	22
40	57	11	68	16
45	63	11	74	15
50	58	14	72	19
55	60	14	74	19
60	67	12	79	15
	753	163	916	18



Nuevos análisis de tiempos Industrias Kjú en Diciembre 2016 (González A. 2016)

Semillas descortezadas por horas

Horas	Semillas
1	916
2	1832
3	2748
4	3664
5	4580
6	5496

Al día se descortezan alrededor de 5496 semillas por operador, siendo un aproximado de 27,48 kg.

Semana	137.4 kg
--------	----------

Mes	549.6 kg
-----	----------

Tiempos



Procesado de almendras de marañón (González A. 2016)

Series de recarga en tolva de alimentación

Serie	Segundos
1	7.2
2	4.7
3	4.6
4	6.7
5	4.6
6	5.2
7	7.6
8	5.9
9	5.2
10	7.1
11	7.4
12	6.8
13	6.2
14	9.8
15	8.4
16	5.1
17	4.6
18	5.6
19	6.7
Total	119.4
Promedio	6.28

Análisis de tiempos de recarga en tolva de alimentación, Máquina Descortezadora Az, Diciembre 2016

El promedio de tiempo que demora el operario en llenar la tolva de alimentación con 6 semillas es de 6.28 segundos, como se evidencia en los videos de comprobación, según las pruebas realizadas en el taller.

Intervalos de tiempo en el descortezado de cada semilla

Usuario 1

Semillas	Segundos
1	1.5
2	1.6
3	2.0
4	1.6
5	1.9
6	2.5
7	2.1
8	2.0
9	2.1
10	1.7
11	1.5
12	1.7
13	1.7
Promedio	1.83



(Ver anexo 10)

Operario 2

Semillas	Segundos
1	3.0
2	1.9
3	1.6
4	2.1
5	1.9
6	1.5
7	1.8
8	2.1
9	1.9
10	1.7
11	2.5
12	2.0
13	1.7
14	1.9
Promedio	1.97



(Ver anexo 11)

Operario 3

Semillas	Segundos
1	3.1
2	3.8
3	3.1
4	3.2
5	2.9
6	2.1
7	2.6
8	2.1
9	3.1
10	3.0
11	3.4
12	2.7
13	2.8
14	2.6
15	2.7
Promedio	2.94



(Ver anexo 13)

Promedio del tiempo con que se descortezan cada semilla una tras otra:

Tomando en cuenta los tiempos con que los operarios descortezan cada semilla, se obtiene un promedio de 2.24 segundos por cada una.

Suma de tiempos entre recarga de semillas en tolva de alimentación más los tiempos de descortezado de cada una:

La tolva de alimentación tiene capacidad para contener 6 semillas, demorando un promedio de 6,28 segundos en llenarla; para descortezan esas 6 semillas demora un tiempo promedio de 13.44 segundos: quiere decir que para hacer toda la serie de alimentación de la tolva y el descortezado de esas 6 semillas es un tiempo total de 19.72 segundos.

Promedio de tiempos por minuto en el descortezado de las semillas

Minuto	Semillas descortezadas
1	18
2	36
3	54
4	73
5	91
10	182
20	365
30	547
60	1095

Semillas descortezadas por horas

Horas	Semillas
1	1095
2	2190
3	3285
4	4380
5	5475
6	6570

Al día se descortezan alrededor de 6570 semillas por operador, siendo un aproximado de 32,85 kg.

Semana	164,25 kg
--------	-----------

Mes	657 kg
-----	--------

Porcentaje de semillas enteras

En las primeras pruebas, usando el corte de cuchillas en Y, se partían la mayoría de las almendras, llevando a ajustes de presión de las canales, hasta ir mejorando el porcentaje de semillas enteras.

Las siguientes tablas muestran la mejora continua que se produjo en los ajustes mecánicos que se hacían en la máquina.

(Ver anexo 13)

Cantidad de semillas	Almendras enteras	Almendras partidas	Almendras sin descortezar
18	9	5	4
55,55% almendras enteras			

La Academia al servicio de la Vida

Cantidad de semillas	Almendras enteras	Almendras partidas	Almendras sin descortezar
38	25	6	7
65,78% almendras enteras			

Cantidad de semillas	Almendras enteras	Almendras partidas	Almendras sin descortezar
30	23	3	5
73,33% almendras enteras			

Cantidad de semillas	Almendras enteras	Almendras partidas	Almendras sin descortezar
22	18	4	0
81,81% almendras enteras			

Últimas pruebas

Cantidad de semillas	Almendras enteras	Almendras partidas	Almendras sin descortezar
69	62	4	3
89,85% almendras enteras			

Cantidad de semillas	Almendras enteras	Almendras partidas	Almendras sin descortezar
48	44	3	1
91,66% almendras enteras			

29. Conclusiones

Cuadro comparativo de tiempos en descortezadoras

	Descortezadora	
	Descortezadora tradicional	Descortezadora MDM_AZ
Hora	4,58 kg	5,47 kg
Día	27,48 kg	32,85 kg
Semana	137.4 kg	164,25 kg
Mes	549.6 kg	657 kg
Aumento de velocidad en el descortezado 16,35%		

Cuadro comparativo de porcentaje de almendras enteras

Minutos	Descortezadora					
	Descortezadora tradicional			Descortezadora MDM_AZ		
	Cantidad Semillas	Almendras Enteras	Almendras Partidas	Cantidad Semillas	Almendras Enteras	Almendras Partidas
60	916	807	109	1095	1004	91
82,07% almendras enteras			91,66% almendras enteras			
Mejora del 10,35% de almendras enteras						

Se concluye con las tablas anteriormente observadas, que utilizando la herramienta propuesta en este proyecto (MDM_AZ) se disminuyen los tiempos de descortezado en un estimado de 16,35%.

Se genera un aumento en la cantidad de almendras enteras, pasando de un 82,07% (con la máquina tradicional) a un estimado de 91,66% con la máquina propuesta (MDM_AZ).

En la empresa Industrias Kjú se descortezan 40.000 kilos de almendras (40 toneladas) en 8 meses y con la herramienta propuesta (MDM_AZ) se llega a un estimado de descortezado de 40.000 kilogramos de almendras (40 toneladas) en 6 meses, mejorando notablemente los tiempos de almacenamiento de los bultos de semillas para evitar las pérdidas provocadas por la humedad y el daño hecho por los insectos.

Bibliografía

- Arangao, W., & Laura, V. (2001). *Clasificación internacional de la almendra de marañón, guía ilustrada*. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Arango, W. L. (2003). *Ajuste y validación de tecnología para el cultivo y la poscosecha del Marañón en la Altillanura bien drenada del Vichada*. CORPOICA- PRONATTA. C.I. Informe Final. Villavicencio, Meta, Colombia: http://pronatta.gov.co/proyectos/regiones/proy_vich.php.
- Arango, W. L., & Román, H. C. (2007). *Tecnologías de producción e industrialización para la Orinoquia colombiana*. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Barbosa, Q. L. (3 de Mayo de 2004). *Determinación de la fuerza máxima aceptable para empujar y halar cargas por parte de trabajadores con experiencia previa en la manipulación de cargas, en una muestra del personal de la Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis158.pdf>
- Barros, L. d. (1995). *Botánica, origen e distribución. Cajuicultura: modernas técnicas de producción*. EMBRAPA- CNPAT. Fortaleza.
- Barros, L. d., & Crisostomo, R. J. (1995). *Melhoramento genético de Cajueiro. Cajuicultura: modernas técnicas de producción*. EMBRAPA- CNPAT. Fortaleza.
- Caophat. (2016). Automatic cashew shelling machine in Cao Phat Co,ltd cashew cutting machine.
- Córdoba, V. J. (1968). *Marañón. Agricultura tropical*. Bogota.
- Faostat. (2006). *On line*:
<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408>.
- Fundescat. (2016). Fundación Ecopetrol para el Desarrollo Regional.
- Garavito, J. (2009). Tomado de Diseño antropométrico de puestos de trabajo .
<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/ERGO/DISENO%20DE%20PUESTO%20DE%20TRABAJO%202009-2.pdf>.
- Gia L, C. (2012). *automatic cashew cutting machine*. Obtenido de Video de Youtube: www.youtube.com/watch?v=mmCd9WMkBr8
- González, A. (2016). *Autor*. Pamplona.
- ICA. (14 de 10 de 2015). www.ica.gov.co.
- Jones, C. (1978). Métodos de diseño. En C. Jones.
- Lima, V. d. (1988). *Cultura do Cajueiro no Nordeste do Brasil, Banco de Nordeste do Brasil*. Ceará (Brasil).
- Lopez, J. S. (Julio de 2002). *El fin del mundo y el principio de Arquímedes*. Obtenido de <http://web.archive.org/web/20130305064126/http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Pasatiem/ps-17/ps-17.html>
- Munari, B. (1981). *¿Cómo nacen los objetos?*

La Academia al servicio de la Vida

- Navarra, G. d. (1999). Posturas de trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. En M. d. Sociales, *Intituto Navarro de Salud* .
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Folleto/Ergonomia/Posturas_trabajo.pdf.
- Nogareda, S. (2011). *Transtorno musculoesqueléticos. El descanso en el trabajo*, CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES. Obtenido de Instituto nacional de seguridad de higiene en el trabajo:
<http://www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/Factores%20de%20riesgo/Trabajos%20repetitivos/Factores%20de%20riesgo%20TR.pdf>
- Owen, E. J., & Roman, H. C. (1996). *El cultivo del Marañón en los Llanos orientales, CORPES ORINOQUIA*.
- Peña, L. A. (2008). Procesamiento, análisis y síntesis de datos antropométricos orientado al diseño de productos: zona Nororiental colombiana. Modalidad pasantía de investigación.
<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/5568/2/140078.pdf>.
- Polimeni, R. (1997). Contabilidad de Costos.
<https://fgonzalezortega.files.wordpress.com/2014/09/contabilidad-de-costos-ralph-polimeni-fabozzi-adelberg-y-kole-1.pdf>.
- Rodriguez, G. (2002). Manual de Diseño Industrial.
<http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/16ManualDI.pdf>.
- Roel, J. V. (1999). *Las patologías por movimientos y esfuerzos de repetición: Informes para un daño anunciado*. Alicante.
- Romero, B. (2003). El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental.
- Sairaj, M. (2015). Cashew Nut Shelling Machine by Sairaj Machinery.
- Sena. (2016). Servicio Nacional de Aprendizaje .
- Simon, H. A. (2007). Las ciencias de lo artificial .
- Vneconomy. (2003). *Cultivation. VN nuts crack world's second spot. Updated: 25/09/2003. On line:*
<http://www.vneconomy.comvn/eng/?param=article&catid=0801&id=030925111315>.