

**Herramienta para Desgranar Cacao**

**Diego Fabián Centeno Gómez**

**2100182**

**Trabajo de Grado Elaborado para Obtener el Título de Diseñador Industrial**

**Director:**

**Edgar Augusto Sarmiento León**

**Diseñador Industrial.**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas**

**Escuela de Diseño Industrial**

**Bucaramanga**

**2018**

### **Agradecimientos**

A la Madre Tierra que con sus frutos, árboles, cascadas, flores, montañas y cielos hermosos, alimentó mi cuerpo y mi espíritu durante la realización de este proyecto; a mi familia por creer en mí, por enviarme buena energía con sus oraciones y palabras de apoyo. A Keylin quien invirtió tiempo de su vida y energía para apoyarme en la última etapa del proyecto. Gracias a todos por todo.

**Tabla de Contenido**

	Pág.
Introducción	17
1. Propuesta de diseño	20
1.1 Título	20
1.2 Objetivos	20
1.2.1 Objetivo general	20
1.2.2 Objetivos específicos	20
2. Preliminares	20
2.1 Justificación	21
2.2 Alcances	21
2.3 Pregunta de Diseño	21
2.4 Sujetos	22
2.5 Instrumentos o Técnicas de Recopilación de Datos	22
2.6 Terminología	22
3. Situación de Estudio	22
3.1 Descripción de la Planta de Cacao	24
3.1.1 Altura	24
3.1.2 Hojas	24
3.1.3 Tronco y ramas	24
3.1.4 Raíz	24
3.1.5 Flor	25
3.1.6 Fruto	26
3.1.7 Semilla	28
3.1.8 Cosecha y desgrane de cacao	29
3.2 Antecedentes de la Situación de Estudio	31
3.2.1 Teste máquina de quebrar cacao proyecto de José Dalvi	31
3.2.2 Extractora de granos de cacao, Perú	33
3.2.3 Herramienta manual para cortar cacao	35
3.2.4 Herramienta manual en África	37

4. Metodología	39
4.1 Determinación de los Factores de Riesgo	39
4.1.1 Recopilación de datos sin procesar	39
4.1.2 Interpretación de datos sin procesar en términos de necesidades de los clientes	51
4.1.2.1 Clasificación de riesgos en el método tradicional	56
4.1.3 Reducción del riesgo	58
4.1.4 Necesidades del usuario organizadas por jerarquía	59
4.1.5 Lista de métricas y comparación de la competencia	60
4.2 Determinación de los Requerimientos para el Diseño	63
4.2.1 Requerimientos y parámetros	67
4.2.2 Determinación de la fuerza de corte	68
4.2.3 Conclusiones de la prueba	74
4.3 Alternativas de Diseño	75
4.3.1 Alternativa con mecanismo de palanca (A1)	75
4.3.2 Alternativa manual para extraer la semilla del fruto (A2)	76
4.3.3 Alternativa desarmable y manual (A3)	77
4.3.4 Máquina manual con sistema de palanca y cilindro (A4)	78
4.3.5 Máquina manual con cuchillas circulares (A5)	80
4.4 Selección de Alternativas	81
4.4.1 Desarrollo de la alternativa A3	83
4.4.2 Desarrollo de la alternativa A5	86
4.4.3 Selección de la alternativa final	88
4.4.4 Cálculo de los elementos de maquinado	89
4.4.4.1 Selección de la cadena	89
4.4.4.2 Diseño del eje principal	92
4.4.4.3 Selección de los rodamientos del eje principal	95
4.4.4.4 Diseño del eje secundario	97
4.4.4.5 Selección de los rodamientos para el eje secundario	101
4.4.4.6 Cálculo del resorte a extensión	103
4.4.4.7 Estructura soporte del desgranador de cacao	106
4.4.4.8 Diseño de las vigas de la estructura	110
4.5 Comprobación del Funcionamiento de la Herramienta	112
4.5.1 Diseño en detalle	112
4.5.1.1 Elaboración del modelo funcional	112
4.5.1.2 Desarrollo del prototipo digital	121
4.5.2 Portabilidad	123
4.5.3 Proceso de ensamble del prototipo	126
4.5.4 Funcionamiento	128
4.6 Comprobación del Funcionamiento de la Herramienta	129

HERRAMIENTA PARA DESGRANAR CACAO.	7
4.7 Planos Generales de la Herramienta	133
5. Conclusiones	136
Referencias Bibliográficas	137
Anexos	140

**Listado de figuras**

	<b>pág.</b>
Figura 1. Hojas del árbol de Cacao	24
Figura 2. Tronco y ramas del árbol de Cacao	25
Figura 3. Flor de Cacao	26
Figura 4. Apariencia externa de la mazorca del cacao	27
Figura 5. Parte interna de la mazorca (sin frutos)	27
Figura 6. Semillas de cacao durante el proceso de desgrane	28
Figura 7. Proceso de corte de la mazorca de cacao	30
Figura 8. Máquina de José Dalvi	32
Figura 9. Habas extraídas junto con restos de mazorca	32
Figura 10. Sistema de la máquina de Comersa Trading SAC	34
Figura 11. Uso de la herramienta manual	35
Figura 12. Forma de uso de la herramienta manual	36
Figura 13. Forma de cortar de la mazorca usando un machete o “capora”	37
Figura 14. Forma de extraer las habas de cacao utilizando la “capora”	38
Figura 15. Visita a propiedad productora de cacao	40
Figura 16. Vista de corte axial del fruto del cacao	63
Figura 17. Forma pentagonal de la mazorca	64
Figura 18. Espesor de la cascara de cacao (corte longitudinal)	64
Figura 19. Espesor de la cascara (corte axial)	65
Figura 20. Corte longitudinal del fruto mostrando la separación entre los granos y la cáscara	66
Figura 21. Dispositivo diseñado para realizar las pruebas	68
Figura 22. Dispositivo ubicado en posición para iniciar la prueba	69
Figura 23. Deformación de la cascara de la mazorca antes de romperse	70
Figura 24. Visualización de la fractura del fruto después de la prueba	71

HERRAMIENTA PARA DESGRANAR CACAO.	9
Figura 25. Fractura del fruto después de la prueba	71
Figura 26. Fruto en posición durante la prueba	72
Figura 27. Detalle de la ubicación del fruto para la prueba	72
Figura 28. Fractura de la mazorca	73
Figura 29. Fruto después de la prueba	73
Figura 30. Boceto alternativa A1	75
Figura 31. Boceto alternativa A2	76
Figura 32. Boceto alternativa A3	77
Figura 33. Descripción grafica básica de la alternativa A4	78
Figura 34. Boceto donde se ilustran algunos detalles de la alternativa	79
Figura 35. Boceto de la alternativa A5	80
Figura 36. Modelo 3D de la alternativa A5	81
Figura 37. Modelo 3D de la alternativa A3	83
Figura 38. Vista explosionada de A3	83
Figura 39. Vista en detalle del mango de A3	84
Figura 40. Ajuste de la cuchilla	84
Figura 41. Mango y estructura principal de la alternativa A3	85
Figura 42. Modelo 3D de la alternativa A5	86
Figura 43. Modelo 3D de la alternativa A5	87
Figura 44. Modelo 3D de la alternativa A5 donde se muestran las dos partes en las que se desarmaría la máquina para ser transportada	87
Figura 45. Diagrama para la selección de cadena. Elaboración propia	89
Figura 46. Diagrama del eje principal	92
Figura 47. Ilustración de fuerzas que actúan sobre el eje principal	93
Figura 48. Diagrama de cortantes y flectores del eje principal en el plano x-y	93
Figura 49. Diagrama de cortantes y flectores en el plano x-z	94
Figura 50. Diagrama del par de torsión	94
Figura 51. Fuerzas que interactúan en el rodamiento del eje	95
Figura 52. Fuerzas que actúan sobre el eje secundario	97

HERRAMIENTA PARA DESGRANAR CACAO.	10
Figura 53. Fuerzas que actúan sobre el eje y sus magnitudes	98
Figura 54. Ilustración fuerzas que actúan sobre el eje secundario	99
Figura 55. Diagrama del eje secundario plano x-y	99
Figura 56. Diagrama del eje secundario plano x-z	100
Figura 57. Diagrama del par de torsión	100
Figura 58. Fuerzas que interactúan en el eje secundario	101
Figura 59. Longitudes del resorte	103
Figura 60. Fuerzas que actúan sobre el resorte	104
Figura 61. Rango preferido del esfuerzo de precarga para varios índices de esfuerzos	105
Figura 62. Fuerzas que actúan sobre la estructura	106
Figura 63. Fuerzas que actúan sobre la estructura plano x-y	107
Figura 64. Fuerzas que actúan sobre la pata	108
Figura 65. Sección transversal de la pata	108
Figura 66. Fuerzas que actúan sobre la viga y sección transversal de la viga	110
Figura 67. Estructura soporte y cilindro tamizador	112
Figura 68. Vista del eje y chumacera atornillada a la estructura	113
Figura 69. Vista de la estructura que soporta el cilindro tamizador	113
Figura 70. Vista del ajuste del cilindro tamizador a su estructura	114
Figura 71. Vista interna del cilindro tamizador y su estructura	114
Figura 72. Vista de cilindro tamizador y estructura soporte con patas	115
Figura 73. Vista de ensamble de cuerpo de las cuchillas	116
Figura 74. Proceso de elaboración de los piñones para la cadena	117
Figura 75. Vista del pedal y cadena	118
Figura 76. Vista eje secundario y ubicación de la cuchilla	119
Figura 77. Vista del modelo de pruebas terminado	120
Figura 78. Vista lateral del modelo de pruebas	120
Figura 79. Vista del prototipo digital	121
Figura 80. Prototipo digital en contexto	122
Figura 81. Partes desmontables que componen la propuesta	123

HERRAMIENTA PARA DESGRANAR CACAO.	11
Figura 82. Transporte de componentes	124
Figura 83. Partes acomodadas en un animal de carga	125
Figura 84. Ilustración de ensamble de las patas con la estructura	126
Figura 85. Ilustración del ensamble del ducto cuchillas a la estructura	127
Figura 86. Vista del ensamble del soporte cacao	127
Figura 87. Ilustración del operario y la maquina en uso	128
Figura 88. Descripción del ingreso salida del cacao	129
Figura 89. Vista de la alineación de las cuchillas	130
Figura 90. Ilustración de alineación de cuchillas con el eje del ducto	131
Figura 91. Mazorca de cacao abierta por la herramienta	131
Figura 92. Prueba del proceso en la herramienta diseñada	132
Figura 93. Prueba del proceso en la herramienta diseñada	132
Figura 94. Plano cilindro tamizador	133
Figura 95. Plano estructura	134
Figura 96. Plano ducto cuchilla	135

**Listado de tablas**

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	41
Tabla 2. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	42
Tabla 3. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	44
Tabla 4. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	45
Tabla 5. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	46
Tabla 6. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	47
Tabla 7. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	48
Tabla 8. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	48
Tabla 9. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	49
Tabla 10. Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas	50
Tabla 11. Análisis de la información recolectada en la pregunta 1	51
Tabla 12. Análisis de la información recolectada en la pregunta 2	52
Tabla 13. Análisis de la información recolectada en la pregunta 3	52

HERRAMIENTA PARA DESGRANAR CACAO.	13
Tabla 14. Análisis de la información recolectada en la pregunta 4	53
Tabla 15. Análisis de la información recolectada en la pregunta 5	53
Tabla 16. Análisis de la información recolectada en la pregunta 6	53
Tabla 17. Análisis de la información recolectada en la pregunta 7	54
Tabla 18. Análisis de la información recolectada en la pregunta 8	55
Tabla 19. Análisis de trabajo Seguro	59
Tabla 20. Matriz de necesidades-métricas	61
Tabla 21. Tabla de comparación con la competencia (benchmarking) basada en métricas	62
Tabla 22. Valores de la fuerza de corte	74
Tabla 23. Evaluación de alternativas	82
Tabla 24. Criterios de selección de alternativa	88

**RESUMEN****TITULO: HERRAMIENTA PARA DESGRANAR CACAO\*****AUTOR: DIEGO FABIÁN CENTENO GÓMEZ<sup>1</sup>****PALABRAS CLAVE:** CACAO, DESGRANE, HERRAMIENTA, CACAO-CULTORES, DISEÑO, GRANOS.**DESCRIPCIÓN:**

El cultivo de cacao es de gran importancia para la economía colombiana. Sin embargo, su proceso no se encuentra completamente industrializado y las vías para acceder a los cultivos no son de fácil acceso, éstos sumados a la falta de energía eléctrica en las zonas de sembrado son factores que empeoran el estado de abandono por parte del gobierno, para la promoción de la agroindustria haciendo difícil la labor de cultivar cacao y generando riesgos para las personas que dedican su vida a trabajar con este fruto. Varios son los riesgos a los que están expuestos los agricultores, pero uno de los más frecuentes se presenta durante las etapas de corte y desgrane, ya que los cacao-cultores sufren heridas en manos y dedos debido a que estos procesos se realizan de forma manual, los trabajadores deben cortar la cáscara de la mazorca con un machete y extraer los granos con sus propios dedos. Teniendo en cuenta esta situación, se diseñó una herramienta que evita que quienes la operen sufran estas heridas y realicen el proceso de forma rápida, ya que evita que el usuario tenga contacto con el fruto durante el corte y extracción de los granos. La herramienta diseñada es accionada con la fuerza humana mediante la activación de una manivela y se puede desmontar para ser transportada a los puntos de acopio en los cultivos. Para accionarla se requieren de dos operarios y brinda un apoyo a los cacao-cultores y al agro colombiano ya que lo que se busca es dignificar la labor del campesino, que es tan importante en el desarrollo de un país.

---

\* Trabajo de Grado

<sup>1</sup> Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Edgar Augusto Sarmiento León, Diseñador Industrial.

**ABSTRACT****TITLE: COCOA SHELLING TOOL\*****AUTHOR: DIEGO FABIÁN CENTENO GÓMEZ\*\*****KEYWORDS: COCOA, SHELLING, TOOL, COCOA-WORKERS, DESIGN, GRAINS.****DESCRIPTION:**

Cocoa farming is of great importance for the economy in Colombia. However, its process is not fully industrialized and the access roads to the crops are not easily accessible. These factors, together with the lack of electricity in the sowing areas, worsen the state of abandonment by the government for the promotion of agro-industry, thus making it difficult to grow cocoa and generating risks for the people who dedicate their lives to working with this fruit. There are several risks to which farmers are exposed, but one of the most frequent is during the stages of cutting and shelling, since cocoa farmers suffer injuries to their hands and fingers. This is due to the fact that these processes are carried out manually, therefore workers must cut the shell of the ear with a machete and extract the grains with their own fingers. Taking into account this situation, a tool was designed to avoid that those who operate it suffer these wounds and perform the process quickly, as it prevents the user from having contact with the fruit during the cutting and extraction of the grains. The designed tool is driven by human force, by the activation of a crank, and it can be disassembled for being transported to the collection points in the crops. Two workers are required to operate it and it provides support to the cocoa farmers and the Colombian agricultural sector, since the aim is to dignify the work of the farmer, which is essential.

---

\* Bachelor Thesis.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Edgar Augusto Sarmiento León, Diseñador Industrial.

## **Introducción**

Colombia es el quinto país de Latinoamérica en la producción de cacao. En 2015 el país alcanzó las 55.000 toneladas de cacao; una cifra récord, donde se llegó a comercializar el grano hasta en COP 9.000 kilo. Para este mismo año se logró una exportación nacional de 13.744 toneladas con un incremento del 74% con relación al año anterior (2014). Ya en los primeros 5 meses del 2016 se vendieron en el mercado internacional 5.615 toneladas de cacao, frente a 3.435 con relación al periodo del 2015.

El cultivo de cacao es de vital importancia para el departamento de Santander. Según la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO, 2016, p. 2) el departamento cuenta con aproximadamente 90.000 hectáreas sembradas en 24.500 fincas, estas siembras fortalecen y sostienen parte de la economía y son un sustento clave para miles de familias. Debido a la caída del precio del cacao en 2015, la economía del departamento sufrió un duro golpe (Vanguardia Liberal, 2015), pero con el tiempo logró recuperarse y fortalecer la producción junto con la calidad, hasta incursionar fuertemente el producto dentro del mercado internacional. Del mismo modo, la Organización Internacional de Cacao (ICCO, por sus siglas en inglés) catalogó a este cacao como fino y de aroma dando un impulso fuerte a la comercialización del cacao santandereano.

La Federación Nacional de Cacaoteros tiene como misión proteger los intereses de los cacao-cultores colombianos, al contribuir con su desarrollo integral. FEDECACAO ofrece productos y servicios de carácter comercial, científico, tecnológico, social,

ambiental, cultural y de extensión rural, ya que hace un exhaustivo monitoreo a la comercialización del cacao e impulsa su cultivo. La federación visiona el fortalecimiento de este mercado durante los próximos años, pues considera al cacao como sustituto de cultivos ilícitos, ya que este tiene requerimientos agroecológicos similares a los que solicita la coca, haciéndolo por lo tanto una pieza clave para el desenvolvimiento del posconflicto.

Son muchos los factores que inciden en el éxito o fracaso del cultivo de cacao, la geografía accidentada del país, la inexistencia de vías en óptimas condiciones y la escasez de servicio eléctrico, estos problemas obligan al cacao-cultor a cosechar de forma manual; de esta manera, se provoca una recolección lenta, difícil y costosa. Además, hay un alto riesgo de sufrir accidentes laborales; tales como, lesiones en las manos y en los dedos. Este tipo de lesiones se registran en la etapa de corte y desgrane, ya que el proceso se realiza de forma manual o con herramientas rudimentarias.

Gracias a un trabajo de campo se identificó que en la cosecha de cacao sacada de forma manual (en la mayoría de los cultivos), se ve que en la etapa de corte y desgrane es muy común que los cacao-cultores sufran laceraciones en las manos y heridas en los dedos, tales como el desprendimiento parcial de la uña del lecho ungueal<sup>2</sup> y la incrustación de material orgánico. Además, por medio de entrevistas realizadas a los agricultores, ellos notificaron que hay un alto riesgo de sufrir accidentes. De igual modo, se evidenció que las manos y las herramientas que entran en contacto con el mucílago de cacao<sup>3</sup> obtienen una superficie lisa, por tal razón esta tarea debe realizarse con mucha precaución.

---

<sup>2</sup> Es el tejido conectivo adherente que se encuentra debajo del cuerpo ungueal (uña) y conecta con el dedo.

<sup>3</sup> Sustancia vegetal viscosa que cubre la semilla de cacao.

Siguiendo el hilo de lo anterior, se llega a comprender que el procedimiento manual del corte y desgrane del cacao requiere más tiempo, hace que haya más accidentes laborales, además de requerir personas con mucha experiencia para aumentar la producción diaria. Al entender la importancia que tiene esta semilla en la economía nacional y departamental, se piensa en la cantidad de personas que realizan este trabajo y cuyas familias dependen de estos cultivos para subsistir. En estas condiciones es de gran importancia el diseño de una herramienta que solucione estos inconvenientes.

Por tal razón se diseñó una herramienta para desgranar cacao, que funciona con la energía transmitida por el hombre, mediante la adaptación de un sistema de transmisión de una cadena de bicicleta. A continuación, se presenta un informe en el que se detalla su proceso de diseño.

## **1. Propuesta de Diseño**

### **1.1 Título**

Herramienta para desgranar cacao.

### **1.2 Objetivos**

#### **1.2.1 Objetivo general.**

Diseñar una herramienta para desgranar cacao que disminuya el riesgo de sufrir heridas en las manos y dedos.

#### **1.2.2 Objetivos específicos.**

- a. Determinar los factores de riesgo en el picado y desgrane de la mazorca de cacao.
- b. Determinar los requerimientos para el diseño de una herramienta que permita el picado y desgrane del cacao.
- c. Definir y seleccionar alternativas de diseño para una herramienta que permita picar y desgranar cacao.
- d. Comprobar el funcionamiento de la herramienta seleccionada.

## **2. Preliminares**

## **2.1 Justificación**

Intervenir dentro de una etapa del proceso del cacao; en el corte y desgrane de las mazorcas, donde se identificaron las dificultades que presentan los cacao-cultores al momento de realizar este proceso, y las condiciones de trabajo en las que se ejecuta. Es muy común ver cómo las personas sufren heridas en sus dedos, *desmadrarse las uñas* le llaman los campesinos, esta es una herida causada por la acumulación y presión del mucilago de cacao que se incrusta entre el lecho ungual de la uña, causando sangrado y dolor; producto de extraer los granos de forma manual y sin ningún tipo de protección. Los cacao-cultores también sufren laceraciones en sus manos, debido a la forma como se corta la mazorca, actividad que se realiza con la cuchilla de una macheta vieja; así, se toma a esta labor como la más peligrosa de todo el proceso de recolección. Además, el relieve y la distancia impiden la implementación de maquinaria industrial o eléctrica para agilizar su labor.

## **2.2 Alcances**

El estudio sobre el proyecto se realizó en el municipio de San Vicente de Chucurí, el cual cuenta con cerca de 12.000 hectáreas de cultivos de cacao y es considerada la capital cacaotera de Colombia (Federación Nacional de Cacaoteros, 2016). En el proceso de cultivo se abordó la etapa de corte y desgrane, estas etapas involucran: abrir el fruto y extraer los granos, por lo cual se identificó un alto riesgo a sufrir heridas en las manos y uñas.

## **2.3 Pregunta de diseño**

¿Cómo puede disminuirse el riesgo de lesiones, en manos y dedos, en la etapa de corte y desgrane de la mazorca de cacao?

## 2.4 Sujetos

La obtención de los datos se realizó en el municipio de San Vicente de Chucurí-Santander, ya que este es considerado la capital cacaotera de Colombia, pues mantiene una fuerte cultura cacaotera y aporta un 15% a la producción nacional (FEDECACAO, 2016). Por tal razón los cacao-cultores chucureños tienen una gran experiencia en el cultivo de esta planta.

## 2.5 Instrumentos o técnicas de recopilación de datos

Se realizaron unas visitas de campo donde se entrevistaron y se encuestaron a varios cacao-cultores sobre el problema presentado y la forma en cómo lo han abordado.

Mediante la observación *in situ* se recolectó información videográfica y fotográfica sobre el proceso de cultivo del cacao, especialmente de la etapa de corte y desgrane. Así se obtuvo evidencia de las condiciones en que se realiza la tarea de recolección, la cual sirvió como análisis.

## 2.6 Terminología

Es necesario resaltar que en el presente trabajo se hace uso del término *máquina* que es definida por el diccionario de Oxford como un “herramienta fabricada y compuesta por un conjunto de piezas ajustadas entre sí que se usa para facilitar o realizar un trabajo determinado, generalmente transformando una forma de energía en movimiento o trabajo” (2017). Para efectos del mismo, se usa la palabra *herramienta* como sinónimo de la palabra *máquina* ya que lo que se busca es diseñar una herramienta/ máquina que responda a lo planteado en la pregunta de diseño.

## 3. Situación de Estudio

El uso de plantas para el beneficio del ser humano se registró como parte de la relación que tiene la humanidad y la naturaleza, e incluso diversas culturas antiguas consideraban estas plantas como sagradas o de origen divino. Este es el caso de la *theobroma cacao*, cuyo nombre deriva del griego *theos* (Dios) y *broma* (alimento), lo que se entiende como: el alimento de los Dioses (Linnaei, 1753, p. 782), este nombre griego coincide con una antigua leyenda de origen azteca, que considera a Las semillas de cacao como un regalo del dios Quetzalcóatl, de las cuales se hacía una bebida que sólo sus criaturas amadas eran dignas de beber (González de la Vara, 1992, p. 88). De igual forma en la mitología maya *Kukulkán* les otorgó a los mayas el cacao después de la creación de la humanidad y estos celebraban un festival anual para honrar al dios del cacao *EkChuah*, que incluía ofrendas de cacao, plumas e incienso (Coe, 1999, p. 88). Esto es evidencia de la relación tan fuerte que tiene el hombre con este fruto desde tiempos prehispánicos.

El cacao es originario de la cuenca alta del río Amazonas, que comprende países como Colombia, Ecuador, Bolivia y Brasil. Los mayas descubrieron el cacao por medio del comercio que practicaban con las regiones del sur de Centroamérica, estos fueron los encargados de cultivarlo en esta región hasta que se llevó a Europa durante la invasión de América, volviéndose el cacao muy popular en este continente.

Por el gusto que los europeos encontraron en el chocolate (producto que se deriva de las semillas de cacao), surgieron grandes plantaciones en regiones africanas hoy conocidas como Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún, siendo estos países los mayores productores del grano en la actualidad, con un estimado de 3173.8 miles de toneladas para el 2014 (FEDECACAO, 2016).

En Colombia, existen cerca de 30.000 familias productoras de cacao, además, el país cuenta con un área de potencial óptimo para el cultivo de 658.079 hectáreas, pero el rendimiento que se obtiene por hectárea de cacao es muy bajo siendo de 450 kilogramos, causado por cuatro aspectos que afectan los cultivos: La edad avanzada de las plantaciones, el tipo de semillas utilizadas (cacaos híbridos y poco tolerantes a plagas), la poca cantidad de árboles en producción y las dificultades que presenta el agricultor para seguir las recomendaciones de un cultivo integral. Adicional a esto, debido a la geografía colombiana y el tamaño de las plantaciones, el proceso de cosecha del grano se hace manualmente en su mayoría. Se inicia con la recolección de las mazorcas y su apilado, para luego hacer el corte y desgrane, posteriormente sigue un proceso de fermentación y secado.

### **3.1 Descripción de la planta de cacao**

#### **3.1.1 Altura.**

El árbol de cacao puede presentar una altura de más de 20 metros en su hábitat silvestre; sin embargo, en áreas cultivadas su altura se ve significativamente reducida, ya que debe ser sometido al proceso de poda para facilitar la recolección del fruto. En estos casos, el árbol de cacao sólo llega a alcanzar unos cuatro metros de altura o siete metros como máximo.

#### **3.1.2 Hojas**

El árbol de cacao presenta hojas grandes y alargadas, las cuales pueden llegar a medir entre los 20-35 cms de largo y los cuatro o siete cms de ancho. Estas hojas son ligeramente gruesas, con un margen liso y cuentan con un color verde oscuro en el haz, mientras que en el envés son un poco más pálidas. Las hojas están pegadas al árbol a través de un pecíolo.



Figura 1. Hojas del árbol de Cacao.

### 3.1.3 Tronco y ramas.

El tronco del cacao tiene un crecimiento irregular con ramas en abanico, las cuales pueden estar divididas en tres o seis ramillas. Es una especie cauliflora, es decir, las flores aparecen insertadas sobre el tronco o las viejas ramificaciones. La corteza presenta un color castaño oscuro, y tiene una superficie agrietada, áspera y delgada. El cacao establece una simbiosis con hongos micorrízicos; entre estas especies podemos encontrar la *Scutellospora calospora* y la *Glomus mosseae*. Las micorrizas le confieren ventaja competitiva, sobre todo en los suelos con un pobre

aporte de nutrientes. Estos hongos son perceptibles en el tronco del árbol en la forma de manchas blancas y verdes.



*Figura 2.* Tronco y ramas del árbol de Cacao.

#### **3.1.4 Raíz.**

En condiciones favorables la raíz del cacao puede penetrar más de 2 m de profundidad, esto favorece el reciclaje de nutrientes de un extenso sistema de raíces superficial.

#### **3.1.5 Flor.**

Las flores del cacao se presentan en pequeños racimos a lo largo del tronco y de las ramas del árbol, estas son sostenidas por un pedicelo de uno a tres centímetros de largo. Las flores pueden presentar una coloración rosa, púrpura o blanca; su tamaño varía entre los 0.5 a un cm de diámetro y de dos a 2.5 cm de largo y tienen forma de estrella.

Figura 3. Flor de Cacao



### 3.1.6 Fruto.

Comúnmente se conoce el fruto del cacao como *mazorca*. Tiene tamaño variable, depende del genotipo de la planta, aunque es común encontrarlas con un tamaño entre los 15-30 cm de largo y siete a diez centímetros de grueso. La forma de la mazorca viene determinada por la relación entre la longitud y su diámetro, el cual varía en cada mazorca. Además, la mazorca de cacao es un poco puntiaguda en ambos extremos, y presenta canales o camellones longitudinales. En lo concerniente al color, la mazorca inmadura puede ser verde, rojo-violeta o verde parcialmente pigmentado de rojo-violeta. Cuando la mazorca alcanza la madurez, los colores verde y rojo-violeta se convierten en amarillo y naranja, respectivamente, aunque en algunos casos la pigmentación inicial persiste (Comisión Nacional para el conocimiento..., 2016, p. 253)

En las imágenes presentadas a continuación se observa en detalle la mazorca de cacao.



*Figura 4.* Apariencia externa de la mazorca del cacao.



*Figura 5.* Parte interna de la mazorca (sin frutos).

### 3.1.7 Semilla.

Las semillas del cacao tienen un tamaño de dos a tres centímetros de largo y están recubiertas por una pulpa mucilaginosa de color blanco, su sabor dulce y acidulado. Comúnmente, son conocidas como *habas* o *granos*. El término *haba de cacao* se utiliza para designar la semilla que ha pasado por los procesos de fermentación y secado, esto con el fin de preparar el cacao comercial; por otra parte, el término *grano* o *haba fresca* se usa para referirse a la semilla tal como es, recién extraída del fruto. (CONOBIO, 2016, p. 253).

*Figura 6.* Semillas de cacao durante el proceso de desgrane.



### **3.1.8 Cosecha y desgrane de cacao.**

Hay muchos factores a tener en cuenta para tener éxito en la etapa de cultivo del cacao. Un factor clave es la humedad relativa (H.R) del aire, por esta razón el cultivo debe estar en condiciones de humedad alta entre 70% y 80 %, además de tener una temperatura que varíe entre 22 - 30 °C. (cacaomovil.com, 2017). Las condiciones mencionadas anteriormente provocan que el desarrollo del cacao se dé de una forma óptima.

Por otra parte, para identificar la madurez de las mazorcas de cacao se suele observar un cambio en su color, no obstante, en algunas mazorcas esto no puede ser muy reconocible a simple vista. Generalmente, las grandes cosechas se realizan durante los meses de abril-mayo y noviembre – diciembre, aunque es necesario hacer pequeñas recolecciones de frutos mensuales, ya muchos pueden madurar durante este tiempo. Los tiempos entre una recolección de frutos y otra, no deben ser muy largos ya que se corren riesgos de germinación o putrefacción; sin embargo, no se debe recolectar las mazorcas antes de que estén maduras, pues esto influye desfavorablemente sobre la fermentación que estas pueden presentar posteriormente.

La cosecha debe ser efectuada en intervalos regulares, estos pueden darse en un término de 10 a 15 días en época de lluvias y 30 días en época de sequía. Tras la recolección, las mazorcas son apiladas en pequeños cúmulos para su posterior desgrane, en este estado pueden permanecer durante uno o dos días.

Se le llama desgrane al proceso de partir las mazorcas de cacao y extraer los granos de su interior, los cuales una vez separados de la placenta, pasan a la etapa de fermentación. Este proceso de desgrane se efectúa de forma manual, y para el corte de la mazorca se utiliza un machete. El método más sencillo para realizar esta operación es golpear la mazorca con un mazo de madera

con el fin de romper la cáscara perpendicularmente en el mayor diámetro de la mazorca, la parte inferior de la cáscara es retirada con facilidad mientras que las habas frescas permanecen unidas a la placenta que se mantiene pegada a la parte superior de la mazorca. El siguiente paso es extraer las habas, este proceso se hace deslizando los dedos a lo largo de la placenta.

Otro método utilizado para abrir la mazorca es utilizar un machete para cortarla de forma longitudinal, para esto se propinan dos golpes sobre la concha de la mazorca en las caras opuestas, seguidamente se realiza un movimiento de torsión que permite abrir la mazorca; para finalizar, las habas frescas se extraen con la punta del machete, en este caso quedan adheridas a la placenta. Este método resulta un poco desfavorable, debido a que la utilización del machete compromete la integridad de los granos ya que no se eliminan prontamente la placenta que luego es más difícil de retirar, además cualquier fragmento de placenta hace menos regular el proceso de secado y, posteriormente, perjudica la presentación del producto. Para los procesos de recolección y desgrane de las mazorcas de cacao, son necesarias dos jornadas laborales.

*Figura 7.* Proceso de corte de la mazorca de cacao.



### **3.2 Antecedentes de la situación de estudio**

La idea de crear una máquina que ayude en las etapas de corte y desgrane del cacao ya ha sido desarrollada y en el mercado se pueden encontrar varios modelos de maquinarias cuyo fin es hacer más fácil estas labores. Pero, basándose en la observación de la información encontrada sobre estas, se puede concluir que no son muy efectivas y presentan varios inconvenientes. Por ejemplo, reducen la calidad del grano seco, son demasiado grandes, costosas y para ser usadas requieren del uso de energía eléctrica, además del traslado de las mazorcas al lugar donde han sido instaladas - trabajo que no es fácil pues al transportar la mazorca de cacao completa se estará cargando con material indeseado.

Otros modelos más rudimentarios han sido creados por cacao-cultores, estos han recurrido a su ingenio y han ideado máquinas que en cierto modo solucionan parte del problema, pero al final también presentan fallas, ya que están pensadas sólo en la función y no en la relación de esta con el usuario.

A continuación, se presentarán algunas de las máquinas encontradas, que se encargan de hacer más fáciles las etapas de corte y desgrane del cacao:

#### **3.2.1 Máquina de quebrar cacao proyecto de José Dalvi.**

Un empresario brasilero llamado José Dalvi, diseñó una máquina que funciona con la energía que le trasmite un eje conectado a un tractor, cuenta con ruedas para ser transportada y está construida en acero.

*Figura 8.* Máquina de José Dalvi.  
Fuente: Imagen extraída de YouTube (Dalvi, 2016).



*Figura 9.* Habas extraídas junto con restos de mazorca.  
*Nota:* Imagen extraída de YouTube (Dalvi, 2016).



Estas son algunas de las ventajas y desventajas presentes en la máquina para cortar y desgranar de José Dalvi:

**Ventajas:**

- Permite realizar el corte y desgrane en un solo paso, tan solo introduciendo la mazorca en el contenedor.
- Evita el uso de la fuerza humana.
- Permite realizar el proceso a varias mazorcas al mismo tiempo.

**Desventajas:**

- Las mazorcas deben ser transportadas a un lugar próximo a una carretera (En los cultivos colombianos existe esta dificultad).
- Requiere el uso de un tractor para su funcionamiento, paso esencial que resulta costoso
- Al momento de cortar la mazorca, la máquina despedaza la corteza esto causa que se mezclen las habas de cacao con pequeños fragmentos de mazorca, esto reduce la calidad del grano.
- Genera demasiados residuos que son difíciles de transportar.

**3.2.2 Extractora de granos de cacao, Perú.**

Esta máquina es un sistema mecánico que funciona con energía eléctrica y que requiere de un espacio amplio para su instalación. Está hecha de acero inoxidable y fue diseñada en Perú por Comersa Trading SAC.

*Figura 10.* Sistema de la máquina de Comersa Trading SAC.  
*Nota:* Imagen extraída de YouTube (Comersa Trading, 2016)



Al igual que con la máquina de Dalvi, algunas ventajas y desventajas fueron encontradas, estas son algunas de ellas:

**Ventajas:**

- Permite realizar el corte y desgrane en un solo proceso, solo introduciendo la mazorca en su contenedor.
- Evita el uso de la fuerza humana para realizar la labor.
- Permite realizar el proceso a varias mazorcas al mismo tiempo.

**Desventajas:**

- Tritura la mazorca provocando que se mezclen los granos con la cáscara, de manera se ve reducida la calidad del cacao.
- Se necesita de un espacio amplio para su instalación y este debe ser bajo techo.

- Se deben transportar todas las mazorcas hasta un solo lugar. Este paso sería inviable en el campo colombiano ya que se estaría llevando material indeseado, y esto acarrearía más gastos para su eliminación.

### 3.2.3 Herramienta manual para cortar cacao.

Esta herramienta un tanto rudimentaria, está compuesta por un machete desgastado en el medio, con un apoyo en un extremo sujetado a un bloque de madera que tiene una concavidad con la forma de la mazorca de cacao y una cuchilla. Para usarla se debe colocar la mazorca en el bloque de madera y con la cuchilla se corta la cáscara a manera de guillotina.

Este dispositivo es empleado por los cacao-cultores en la Orinoquia colombiana, en las regiones aledañas y en la frontera con Ecuador.

*Figura 11.* Uso de la herramienta manual.

*Nota:* Imagen extraída de YouTube (MACOREXPORTEL ECUADOR C.A. 2016)





*Figura 12.* Forma de uso de la herramienta manual.

*Nota:* Imagen extraída de YouTube (MACOREXPORT DEL ECUADOR C.A. 2016)

A continuación, se mencionan algunas ventajas y desventajas encontradas en la herramienta de uso manual:

**Ventajas:**

- Es totalmente portátil y fácil de fabricar.
- Sus componentes son fáciles de reemplazar en caso de daño.
- Reduce el riesgo de accidentes laborales.
- No necesita electricidad para su funcionamiento, lo cual es una ventaja en los cultivos.
- Es una herramienta de fácil adquisición para el cacao-cultor.

**Desventajas:**

- En cuanto a la postura que debe tomar el trabajador, esta puede causar lesiones musculares en la espalda.
- Solo funciona para el proceso de picado de la mazorca, el desgrane hay que hacerlo manualmente.
- La cuchilla está muy expuesta y puede causar accidentes.

### 3.2.4 Herramienta manual en África.

Para realizar el proceso con este dispositivo, se usa un machete especial con la punta curva, esta permite al usuario cortar la mazorca de cacao en dos partes y usar su extremo sacar las semillas.

*Figura 13.* Forma de cortar de la mazorca usando un machete o *capora*.

*Nota:* Imagen extraída de YouTube (The Amazing Garden, 2016).



*Figura 14.* Forma como de extraer las habas de cacao utilizando la “capora”.  
*Nota:* Imagen extraída de YouTube (The Amazing Garden, 2016).



Después de analizar la evidencia, estas son algunas de las ventajas y desventajas encontradas en el uso de la capora para cortar y desgranar la mazorca del cacao:

### **Ventajas**

- Permite al usuario abrir la mazorca de forma rápida debido al filo de la cuchilla.
- Presenta versatilidad ya que provee la posibilidad de extraer las habas de cacao con el mismo utensilio.

### **Desventajas**

- Presenta un alto riesgo para el usuario, ya que está expuesto sufrir laceraciones en las manos.
- No separa los granos de cacao de la placenta, lo cual indica que esto debe hacerse en otra etapa de lo contrario se reduciría la calidad del grano.

## 4. Metodología

Para la metodología usada en este trabajo, se abordaron cada uno de los objetivos específicos, planteados anteriormente, esto con la intención de dar una respuesta apropiada a cada uno de ellos. De igual manera, en cada uno de los objetivos se utilizó una metodología pertinente.

A continuación, se describen los métodos usados para dar solución al primer y segundo objetivo.

### 4.1 Determinación de los factores de riesgo

Según la Organización Mundial de la Salud un factor de riesgo es “cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión.” (2018). Esta definición es de bastante importancia, ya que es clave en el diseño de la herramienta propuesta.

#### 4.1.1 Recopilación de datos sin procesar.

Para el análisis de los factores de riesgo en las etapas de corte y desgrane de la mazorca de cacao, se siguió el primer paso propuesto por Ulrich y Eppinger en su libro *Diseño y Elaboración de Productos* (2013, p. 75) donde nos indican que primero se deben recopilar datos sin procesar de los clientes, para este fin se utilizaron tres métodos propuestos: visita de campo, entrevistas y encuestas a los clientes- futuros usuarios; y finalmente, se observó detalladamente el lugar destinado para realizar las labores de corte y desgrane de cacao.

- **Visita:** Se realizó una visita a la finca de la señora Martha Isabel Rueda quién es agricultora y propietaria de la finca El Naranjito ubicada en la vereda El Monte del

municipio de San Vicente de Chucurí. En la propiedad se recopiló información fotográfica y videográfica de los procesos en cuestión. También, se realizó una caminata por la vereda Canta Gallos, conocida por ser productora de cacao.



*Figura 15.* Visita a propiedad productora de cacao.

- **Encuesta y entrevista:** Durante el recorrido por la vereda, mencionada anteriormente, se consultó con los agricultores y diez de ellos accedieron a realizar una encuesta (Ver ANEXO A) donde se les hicieron ocho preguntas sobre los oficios de cortar y desgranar las mazorcas de cacao, estas fueron las preguntas que los agricultores respondieron:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?
2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?
3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?
4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?
6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?
7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?
8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

- **Observación:** A parte de las encuestas y entrevistas realizadas a los agricultores, también se realizó una observación detallada del área de trabajo dispuesto para estos procesos y la posición física que debe tomar el operario para realizarlos. Adicional a esto, se determinaron las fallas que presentan los utensilios o implementos requeridos para ejecutar la tarea.

La información recopilada de las interacciones con los agricultores, se encuentran documentadas en videos, grabaciones de audio y fotografías.

Siguiendo lo propuesto por Ulrich y Eppinger, el conjunto de información recolectada y sin procesar se organizó en forma de *Enunciados del cliente*, y siguiendo el modelo de datos descrito (p. 82). A continuación, se muestran las tablas con los datos de cada uno de los entrevistados.

Nombre: Marta Isabel Rueda Edad: 44 años Teléfono: 3154757457	Entrevistador: Diego Centeno Fecha: 04/ 07 / 2016 Ocupación: Agricultora	
Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Cada mes. La primera cosecha es en abril-mayo y la otra es en noviembre-diciembre. Y en el transcurso del año se coge cacao cada mes. Es más bajita la producción	Uso de una vez cada 30 días. Uso diario de hasta 2 meses seguidos.

¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	Una macheta, unos guantes para las manos, unos sacos, una canasta y un asiento, en ocasiones nos sentamos sobre el montón.	Abrir la mazorca con un objeto filoso.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Los guantes son para que no se me dañen las manos y no se me prendan hongos, la macheta es para picarlo.	Protección de las manos de operario.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	Cuando encuentro el cacao apeestado, animales que le pican a uno, uno se puede desmadrar las uñas si no se pone guantes. Y cansancio en la espalda y los glúteos de estar sentado.	Condiciones inseguras de trabajo.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	La solución para no cortarse uno es ponerse unos guantes de cuero, pero es muy incómodo, usamos guantes de caucho para no dañarnos las uñas.	Seguridad y comodidad.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Ninguno.	Acceso a la información.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	De pronto una maquinaria, que ojalá uno le echara los bultos y saliera desgranado.	Uso de mecanismos para solucionar el problema.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Debería ser un guante bien adecuado para este oficio.	Uso de una herramienta.

**Tabla 1**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Omar Osvaldo Salamanca Pérez  
 Edad: 24 años  
 Teléfono: 3123203358

Entrevistador: Diego Centeno  
 Fecha: 04/07/2016  
 Ocupación: Técnico de investigación en campo

Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Lo hago en picos de cosecha para sacar muestras de producción en mi trabajo, más no lo hago como rutina de campo en mi finca.	Uso por temporadas de cosecha.
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	La caporita, la canastica, el saquito y unas mallas, porque determinamos mazorcas en promedio para sacar un kilo. Y una palita por si hay granos apestados.	Implementos de extracción.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Por cultura, por tradición, y porque no hay alguna otra técnica para hacer esto.	Desconocimiento de tecnologías.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	Que me corte, que se me dañen la uñas, los mosquitos, picaduras de animales, que el cacao esté apestado.	Protección a la integridad del operario.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	Cuando el cacao esta apestado se soluciona con la palita, y los guantes para que las uñas no se dañen. Los guantes son de caucho, la idea es cubrir los dedos para que no se dañen los dedos.	Aislar las manos en el proceso.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Nada, la forma manual.	Desconocimiento de tecnologías.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	Que existiera una máquina o herramienta para hacer ese trabajo, es algo que la industria le debe ya aportar al cacao cultor.	Uso de máquinas para solucionar.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Que fuera práctico, que fuera eficiente, que protegiera los granos, que me rindiera hacer esa labor, que lo pudiera llevar al lote y que sirva. Evitar que me corte y que me dañe las uñas.	Rendimiento para realizar la labor.

**Tabla 2**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Argemiro Bravo Edad: 79 años Teléfono: 3133462901		Entrevistador: Diego Centeno Fecha: 04/ 07 / 2016 Ocupación: Agricultor
Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Cada mes.	Uso común mensual
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	Una macheta para picar, la “majoña” (canasta) y las manos	Implementos que facilitan el proceso.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Porque no hay otra herramienta y qué herramienta se puede utilizar, si lo mejor son las manos y porque no conocemos otras cosas.	Desconocimiento de otras formas de hacerlo.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	El cansancio de estar sentado, cuando el cacao está duro o dañado los dedos se le dañan a uno, por la falta de práctica según el cuidado de uno se puede cortar.	Fatiga por posturas y condiciones difíciles.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	Tener cuidado y para que los dedos no se le dañen a uno se usa una palita o una cuchara o un cuchillito que no corte tanto.	Uso de herramientas para mejorar la extracción.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Ninguno solo las manos.	Desconocimiento de otras tecnologías.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	No, no hemos pensado otra solución, solo la palita esa para el cacao apestado.	No se imaginan como solucionar labor.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Lo importante es que sea barata porque uno va desengruyar un poco de cacao y le sacan lo que vale el cacao con la herramienta, entonces no sirve.	Bajos recursos, fácil acceso a tecnologías.

**Tabla 3**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Virgilio Cárdenas Parra		Entrevistador: Diego Centeno
Edad: 65 años		Fecha: 04/ 07 / 2016
Teléfono: 3118696090		Ocupación: Agricultor
Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Cada 30 días y la temporada de abril-mayo y la otra es de noviembre-diciembre.	Uso de una vez cada 30 días. Uso diario de hasta 2 meses seguidos.
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	Una canastilla, una palita para soltar la pepa cuando está pegada y la capora.	Abrir la mazorca con un objeto filoso.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Porque se busca la forma en que rinda más y por esta razón se hace de forma manual. Y como hay que quitar la vena es más favorable con las manos.	Protección de las manos de operario.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	Se le rompen las uñas a uno.	Condiciones inseguras de trabajo.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	Como ahora usan guantes lo solucionan con guantes, pero yo no uso guantes.	Seguridad y comodidad.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Solamente las manos y la canasta donde se va a echar el cacao.	Acceso a la información.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	Si la hay que rinda, y como nunca se ha utilizado eso es mejor, porque acá en San Vicente como nunca se ha utilizado eso, pero si lo hubiera no sería malo para la gente que está en el campo.	Uso de mecanismos para solucionar el problema.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Lo importante es que rinda, que sea mejor hacerlos así porque también en la picada del cacao el peligro que tiene uno ahí de cortarse.	Uso de una herramienta.

**Tabla 4**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Albert Díaz		Entrevistador: Diego Centeno
Edad: 22 años		Fecha: 04/ 07 / 2016
Teléfono: 3127454451		Ocupación: Estudiante de historia, familia agricultora.
Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	En temporada se hace todos los días y la temporada puede durar dos meses, porque uno no solamente labora en la finca de uno sino también en la finca de los vecinos	Uso continuo durante temporada.
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	Siempre han utilizado las manos.	Usa sus manos para solucionar sus inconvenientes.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Así se puede conservar mejor el grano, así no se estropea el producto y además usan una pala para separar los granos y no perder nada.	Conservar los granos intactos.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	La dificultad está en que la mazorca tenga enfermedades, estas le quitan a uno mucho tiempo ya que la mazorca se deforma y se presenta dificultad para sacar el grano	Presencia de mazorcas enfermas.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	Buscar la forma en que el cacao no se enferme tanto, lo otro sería un sistema sencillo y no industrializado para que se le facilite al campesino la recolección.	Soluciones sencillas.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Nunca he visto ninguna herramienta de este tipo, solo he visto que la gente hace palas con hueso para desgranar el cacao que presenta dificultades o enfermedades.	Desconocimiento de técnicas.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	No, no hemos pensado otra solución, solo la palita esa para el cacao apestado.	No piensa en soluciones.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Un sistema manual muy de una sola persona, un producto que ayude a abrir la mazorca de una forma más fácil.	Uso de sistema manual.

**Tabla 5**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Pablo Martínez	Entrevistador: Diego Centeno	
Edad: 42 años	Fecha: 04/ 07 / 2016	
Teléfono: No tiene	Ocupación: Agricultor	
Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Por ahí cada 20 días o cada mes.	Uso por temporadas de cosecha.
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	Las canastas y la macheta y unas placitas que uno hacen de hueso, de palo lo que salga.	Implementos de extracción.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Las palas se usan para “desembolar” cuando el cacao está apestado y no hay otra forma porque si no lo hago con eso se jode uno las uñas, entonces cojo la pala y ya.	Desconocimiento de tecnologías.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	La peste, la mazorcas que sirven y otras no.	Protección a la integridad del operario.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	La apestado siempre sucede y no ha habido otra forma de soltar el grano.	Aislar las manos en el proceso.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	No, lo he visto.	Desconocimiento de tecnologías.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	Pues buscar la forma pero que no deje sin empleo a la gente.	Uso de máquinas para solucionar.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Se pueda portar, que sea liviana.	Rendimiento para realizar la labor.

**Tabla 6**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Leónide Ríos Gómez		Entrevistador: Diego Centeno
Edad: 41 años		Fecha: 04/ 07 / 2016
Teléfono: 3138819070		Ocupación: Agricultora
Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Dos veces al mes.	Uso periódico.
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	La macheta, la canasta, los sacos y las manos.	Uso de implementos para realizar la labor.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Porque es más fácil, no se puede usar una macheta grande porque tengo más riesgo de cortarme y se puede dañar más el cacao.	Riesgo de cortarse las manos.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	Se dañan las manos cuando no se utilizan guantes, y las enfermedades.	Lesiones en las manos buscan protección.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	Dejar las mazorcas dañadas aparte y lo bueno tratar de escogerlas un poco para que rinda más, las dañadas se pican aparte por que se echa más tiempo.	Separar mazorcas buenas de las dañadas.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Solamente se utiliza la macheta, y una pala o cuchara para extraer las pepas.	Desconocimiento de tecnologías.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	Algo que fuera más rápido, reducir el tiempo que fuera más fácil.	Busca rendimiento y eficiencia
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Que yo llegara y cogiera como con una prensa y que no tuviera que desengrudar que de una hiciera los dos procesos. Y que fuera portátil.	Practicidad en el proceso y ayuda mecánica.

**Tabla 7**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Melissa Saucedo		Entrevistador: Diego Centeno
Edad: 44 años		Fecha: 04/ 07 / 2016
Teléfono: 3143849371		Ocupación: Agricultora

Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Todos los meses y en temporada todos los días	Uso de una vez cada 30 días. Uso diario de hasta 2 meses seguidos
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	La capora, la canasta y los dedos.	Abrir la mazorca con un objeto filoso.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Porque es la única forma de hacerlo.	Protección de las manos de operario.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	La peste, la mazorcas que sirven y otras no.	Condiciones inseguras de trabajo.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	Pues nosotros lo solucionamos con guantes para no dañarnos las uñas y para los zancudos llevando ropa bien cubierta.	Seguridad y comodidad.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Ninguno.	Acceso a la información.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	Con un aparato que le permita a uno sacar la pepa cuando está dura y que rinda.	Uso de mecanismos para solucionar el problema.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Que sea práctico y fácil de transportar para llevarlo al cacaotal.	Uso de una herramienta.

**Tabla 8**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Enrique prieto Edad: 34 años Teléfono: 3118177497	Entrevistador: Diego Centeno Fecha: 04/ 07 / 2016 Ocupación: Agricultor	
Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada

¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Todos los meses y en temporada todos los días	Uso periódico.
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	La capora, la canasta y los dedos.	Uso de implementos para realizar la labor.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Porque es la única forma de hacerlo	Riesgo de cortarse las manos.
¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	Cuando la pepa esta dura es difícil de sacar.	Lesiones en las manos buscan protección.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	Cuando la pepa esta dura lo solucionamos con guantes y una palita.	Separar mazorcas buenas de las dañadas.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Ninguno.	Desconocimiento de tecnologías.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	Con un aparato que le permita a uno sacarla pepa cuando está dura y que rinda.	Busca rendimiento y eficiencia.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Que sea barato y que rinda.	Practicidad en el proceso y ayuda mecánica.

**Tabla 9**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

Nombre: Luis Sánchez	Entrevistador: Diego Centeno	
Edad: 77 años	Fecha: 04/ 07 / 2016	
Teléfono: 3158559827	Ocupación: Agricultor	
Pregunta	Enunciado del Cliente	Necesidad Interpretada
¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	Cada mes.	Uso mensual
¿Qué utiliza para desgranar Cacao?	La capora, la canasta y las manos.	Implementos para realizar la tarea.
¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?	Porque es la única forma de hacerlo.	No sabe otra forma de hacerlo.

¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	Que se jode uno las manos y las mazorcas que se dañan.	Lesiones en las manos.
¿Cómo soluciona usted estas dificultades?	La apestada siempre sucede y no ha habido otra forma de soltar el grano	Mazorcas dañadas y desconocimiento de tecnologías.
¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	Ninguno.	Desconocimiento.
¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	Con algo que no deje que uno se esmadre las uñas. Y que dé rendimiento.	Protección de las manos y dedos.
Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	Que sea práctico y fácil de transportar para llevarlo al cacaotal.	De fácil transporte.

**Tabla 10**

Tabla de datos del cliente llenada con declaraciones de éste y necesidades interpretadas. Basada en encuesta ANEXO A.

**4.1.2 Interpretación de datos sin procesar en términos de necesidades de los clientes.**

Siguiendo con la metodología propuesta por Ulrich y Eppinger (2013), el siguiente paso para tener en cuenta es interpretar los datos sin procesar en términos de necesidades de los usuarios-clientes, para esto se siguió el modelo planteado en la página 83. En esta parte el análisis se hizo pregunta por pregunta, ya que era la forma más conveniente de encontrar toda la información posible respecto a un tema.

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?	
<b>Frases del cliente</b>	<b>Enunciados de necesidad</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensualmente.</li> <li>• Dos temporadas.</li> <li>• Abril-mayo.</li> <li>• Noviembre-diciembre.</li> <li>• Diariamente en temporada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay dos temporadas de cosecha al año, cada una de aprox. 2 meses, en estas el producto se usará diariamente.</li> <li>• Durante los demás meses se usará la máquina en una ocasión cada mes.</li> </ul>
--	--

**Tabla 11**

Análisis de la información recolectada en la pregunta 1.

2. ¿Qué herramientas o utensilios utiliza para desgranar Cacao?	
Frases del cliente	Enunciados de necesidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canasta (majoña)</li> <li>• Guantes</li> <li>• Sacos</li> <li>• Macheta (capora)</li> <li>• Palita (con extremo plano)</li> <li>• Las manos (dedos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario utiliza sus dedos u otros elementos para la extracción de granos.</li> <li>• El usuario debe hacer varias operaciones para realizar la tarea satisfactoriamente.</li> </ul>

**Tabla 12**

Análisis de la información recolectada en la pregunta 2.

3. ¿Por qué eligió esta herramienta o utensilio para desgranar el Cacao?	
Frases del cliente	Enunciados de necesidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heridas en las manos.</li> <li>• Uso de macheta para picar la mazorca.</li> <li>• Riesgo de corte en las manos.</li> <li>• Desconocimiento de otro método para ejecutar la tarea.</li> <li>• Rendimiento.</li> <li>• Evitar daños en el grano.</li> <li>• Habas de cacao enfermas difíciles de desprender.</li> <li>• Tamaño de la macheta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario sufre heridas en sus manos.</li> <li>• El usuario debe Evitar daño en el grano.</li> <li>• Presencia mazorcas enfermas.</li> <li>• El rendimiento que se presta no es el adecuado.</li> </ul>

**Tabla 13**

Análisis de la información recolectada en la pregunta 3.

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?	
Frases del cliente	Enunciados de necesidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cacao enfermo es duro y difícil de desgranar.</li> <li>• Heridas en los dedos.</li> <li>• Dolores de espalda y glúteos.</li> <li>• Cortaduras en las manos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las cortaduras en las manos y las heridas en los dedos en muy frecuente con el método tradicional.</li> <li>• Reducir el riesgo de sufrir alguna herida en las manos.</li> <li>• La forma como se extraer el cacao enfermo es diferente al sano.</li> <li>• versátil al enfrentarse a estas dos situaciones.</li> </ul>

**Tabla 14**

Análisis de la información recolectada en la pregunta 4.

5. ¿Qué soluciones implementa usted para desgranar el cacao?	
Frases del cliente	Enunciados de necesidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guantes de caucho o cuero incómodos.</li> <li>• Palita para granos enfermos.</li> <li>• Tener cuidado para no cortarse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los usuarios utilizan una barra de diferentes materiales con un extremo plano para desprender los granos enfermos.</li> <li>• El uso de guantes no es muy popular ya que incómoda y dificulta la labor.</li> <li>• Tiene precaución para no cortarse, pero es muy común que suceda.</li> <li>• Las heridas causadas por la hoja de la macheta pueden producir hasta pérdida de algún miembro o una cortadura superficial.</li> </ul>

**Tabla 15**

Análisis de la información recolectada en la pregunta 5.

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?	
Frases del cliente	Enunciados de necesidad

Ninguno	Hay desconocimiento de herramientas que sirven para realizar esta tarea.
---------	--

**Tabla 16**

Análisis de la información recolectada en la pregunta 6.

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?	
Frases del cliente	Enunciados de necesidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quizá una maquinaria, a la que se le pudiera echar los bultos y salieran los granos de cacao.</li> <li>● Ojalá existiese una máquina o herramienta para hacer este trabajo, pues es algo que la industria le debe ya aportar al cacao cultor.</li> <li>● No se ha pensado otra solución, solo la pala pequeña para el cacao apestado.</li> <li>● Sí hay solución, se espera que rinda, y como nunca se ha utilizado esa herramienta sería mejor, porque acá en San Vicente nunca se ha utilizado algo así, pero si lo hubiera no sería malo para gente que está en el campo.</li> <li>● No se ha pensado otra solución, solo la palita esa para el cacao apestado.</li> <li>● Pues buscar la forma, pero que esta que no deje sin empleo a la gente.</li> <li>● Algo que sea más rápido, reducir el tiempo, que fuese más fácil realizar la tarea.</li> <li>● Con un aparato que permita sacar la pepa cuando esta dura y que rinda.</li> <li>● Con algo que no deje que se <i>esmadren</i> las uñas. Y que dé rendimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La idea de una solución según los usuarios es una máquina.</li> <li>● Que rinda.</li> <li>● Que no deje sin empleo a la gente.</li> <li>● Mejorar tiempos.</li> <li>● Más fácil que la forma tradicional.</li> <li>● Sacar la pepa cuando esta dura y rinda.</li> </ul>

**Tabla 17**

Análisis de la información recolectada en la pregunta.

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?	
Frasas del cliente	Enunciados de necesidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debería ser un guante bien adecuado para este oficio.</li> <li>• Que fuera practico, que fuera eficiente, que protegiera los granos, que me rindiera hacer esa labor que lo pudiera llevar al lote y que sirva. Evitar quemame corte y quemame dañe las uñas.</li> <li>• Lo importante es que sea barata, porque uno va a desengrudar un poco de cacao y le sacan lo que vale el cacao con la herramienta entonces no sirve.</li> <li>• Lo importante es que, de rinde, que sea mejor hacerlos así porque también en la picada del cacao el peligro que tiene uno ahí de cortarse.</li> <li>• Un sistema manual muy de una sola persona, un producto que ayudara abrir la mazorca de una forma más fácil.</li> <li>• Se pueda portar, que sea la liviana</li> <li>• Como llegar y coger una especie con una prensa y que no tuviera que desengrudar que de una hiciera los dos procesos. Y que fuera portátil.</li> <li>• Que sea práctico y fácil de transportar para llevarlo al cocotal</li> <li>• Que sea barato y que rinda</li> <li>• Que sea práctico y fácil de transportar para llevarlo al cocotal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctico</li> <li>• Eficiente</li> <li>• Protegiera los granos</li> <li>• Portátil</li> <li>• Reduzca el riesgo a daños</li> <li>• Económica</li> <li>• El proceso se haría más fácil con una prensa.</li> <li>• Unificar los dos procesos</li> <li>• De fácil transporte</li> </ul>

**Tabla 18**

Análisis de la información recolectada en la pregunta 8.

#### ***4.1.2.1 Clasificación de riesgos en el método tradicional.***

Además de los pasos propuestos por Ulrich y Eppinger (2013), para clasificar los riesgos encontrados en los procesos de corte y desgrane se hizo uso de los parámetros generales que se tienen en cuenta durante un ATS (Análisis de trabajo seguro)<sup>4</sup>, hay que resaltar que se analizaron los pasos a seguir, más no se diligenció el formato correspondiente ya que no se consideró pertinente en la clasificación aquí descrita.

##### ***4.1.2.2.1 Pasos para la realización de la tarea.***

#### **Corte:**

- Tomar una posición cómoda / ubicarse en posición de rodillas.
- Tomar el machete con una mano.
- Tomar la mazorca de cacao.
- Golpear la mazorca de cacao en repetidas ocasiones (más de 4 veces) con la macheta.
- Hacer torsión de la mano y con machete para abrir el fruto.

#### **Desgrane:**

- Tomar una posición cómoda.
- Tomar un contenedor y ponerlo en una posición apropiada.
- Manipular del fruto con las manos.
- Extraer con la yema de los dedos hasta desprender el grano de la placenta.
- Arrojar el fruto al contenedor.

---

<sup>4</sup> Es un método para identificar los peligros que generan riesgos de accidentes o enfermedades potenciales relacionados con cada etapa de un trabajo o tarea y el desarrollo de controles que en alguna forma eliminen o minimicen estos riesgos. Consultado en:  
<http://prevencionlaboralrimac.com/Herramientas/ATS,01/04/2017>.

- Desechar la cáscara a un lugar determinado.

*4.1.2.2.2 Posibles exposiciones a pérdidas (Posibles daños a personas, propiedades y procesos producto de los peligros existentes):*

**Riesgos en corte:**

- **Lugar de trabajo:** El lugar de trabajo se encuentra a la intemperie, la temperatura promedio puede alcanzar los 25 grados Celsius y una humedad promedio de 75%.
- **Equipos de trabajo:** La herramienta más común para realizar este trabajo es el machete, este tiene una cuchilla filosa y por el contacto con la pulpa del cacao, desarrolla en una superficie resbalosa.
- **Microclima:** Las operaciones de corte y desgrane del cacao, se desarrolla en un clima húmedo con altas temperaturas.
- **Esfuerzo físico y postural:** Postura inadecuada sedente, agotamiento físico por la acción repetitiva.

**Riesgos en desgrane:**

- **Lugar de trabajo:** El trabajador está expuesto a varios agentes externos como lo son animales, el sol, la lluvia.
- **Equipos de trabajo:** El trabajador no tiene un equipo de trabajo adecuado para realizar las tareas, solo cuenta un contenedor y para extraer los granos lo hace con la mano.
- **Riesgo biológico:** El trabajador se puede lesionar los dedos debido a la incrustación de material orgánico y puede sufrir infección por las bacterias en la herida.
- **Esfuerzo físico y postural:** Postura inadecuada sedente, agotamiento físico por acción repetitiva.

### 4.1.3 Reducción del riesgo.

#### En corte:

- **Lugares de trabajo:** Para poder hacer un correcto análisis de reducción de riesgos en la etapa de corte, primero se debió hacer una identificación del punto de trabajo, sobre todo posibles animales que pudieran interferir en el proceso o condiciones climatológicas no apropiadas. También, se verificó el funcionamiento de las herramientas, ya que al ser un lugar de trabajo húmedo y expuesto a la intemperie, la herramienta debe resistir estas condiciones, además del posible desnivel del suelo.
- **Equipos de trabajo:** En este aspecto el riesgo más grande que hay que evitar es el contacto directo con la cuchilla de corte y el operario, para eso hay que establecer superficie rugosa que evite deslizamientos.
- **Microclima:** Para la resistencia de la herramienta al microclima del lugar de trabajo, esta debe estar diseñada en materiales inoxidables o que no sufran un rápido deterioro por estas condiciones.
- **Esfuerzo físico y postural:** Seleccionar una postura acorde a las condiciones del ambiente, evitar que el operario realice un gran número de operaciones repetitivas que involucren mucha fuerza.

#### En desgrane:

- **Lugares de trabajo:** Se debe disponer de los residuos en el sitio.
- **Equipos de trabajo:** Hay que brindarle al usuario una herramienta o un método en donde no deba manipular la semilla directamente con las manos, evitar que el usuario extraiga los granos con sus dedos.
- **Riesgo biológico:** Que el usuario no extraiga manualmente los granos de cacao.

- **Esfuerzo físico y postural:** Seleccionar una postura adecuada que no cause lesión.

ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO						
SECUENCIA ORDENADA DE PASOS (procedimiento)	PELIGRO (Fuente o Situación)	CONSECUENCIAS	CONTROLES REQUERIDOS (Preventivos, Protectivos, Reactivos)			
<b>CORTE</b>						
1	Tomar una posición cómoda	1 La intemperie / Temperatura de 25 grados Celsius y una humedad promedio de 75%. / Postura.	1.1	picaduras de mosquitos /dolor de espalda	1,1.1	vestuario que cubra piernas y manos / postura donde la espalda se encuentre recta.
2	Sujetar el machete con una mano	2 cuchilla filosa / superficie resbalosa.	2.1	difícil de sujetar	2.1.1	usuario no debe tener contacto con la cuchilla
3	sostener la mazorca de cacao.	3 manos descubiertas y resbalosas	3.1	laceración en manos	3.1.1	el operario no debe tener contacto con el fruto en el proceso
4	Golpear la mazorca de cacao en repetidas ocasiones (más de 4 veces) con la macheta.	4 deslizamiento de la mazorca o machete	4.1	laceración en manos	4.1.1	superficie inox y antideslizante
5	Hacer torsión de la mano y con machete para abrir el fruto.	5 deslizamiento de la mazorca o machete	5.1	laceración en manos	5.1.1	brindar ventaja mecánica
<b>DESGRANE</b>						
1	Tomar una posición cómoda.	1 interperie	1.1	picaduras de insectos		vestuario que cubra piernas y manos.
2	Tomar un contenedor y ponerlo en una posición apropiada.	2 postura del operario	2.1	dolor de espalda		postura donde la espalda se encuentre recta
3	Manipular del fruto con las manos.	3 fruto segrega líquido	3.1	deslizamiento de la mazorca		evitar que el operario tenga contacto con el fruto
4	Extraer con la yema de los dedos hasta desprender el grano de la placenta.	4 incrustación de material en la uñas	4.1	sangrado y dolor en el lecho ungueal de la uña		extraer los granos con un mecanismo diferente.
5	Arrojar la semilla al contenedor	5 manos húmedas y resbalosas	5.1	soltar la mazorca golpearse		los granos deben contenerse y recolectarse
6	Desechar la cáscara a un lugar	6 arrojar la cáscara	6.1			cáscara separada del grano

**Tabla 19**  
Análisis de trabajo Seguro.

#### 4.1.4 Necesidades del usuario organizadas por jerarquía.

El tercer paso descrito en *Diseño y Desarrollo de Productos* (2013, p.85) es organizar las necesidades interpretadas de la información recolectada en una jerarquía, donde estén expresadas las necesidades primarias y secundarias de los clientes-usuarios como podemos ver en la siguiente lista:

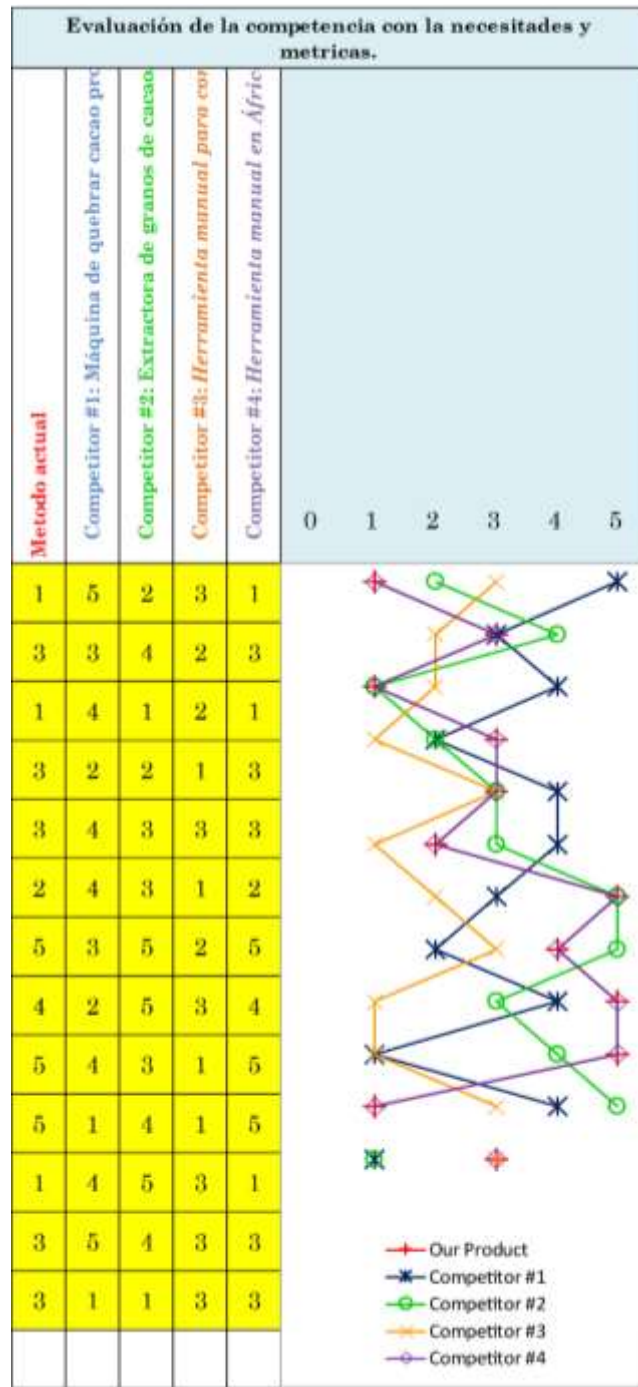
- Reducir el riesgo de sufrir alguna herida en las manos.
- Evitar daños en el grano.
- Evitar que el usuario utilice sus dedos en la extracción de grano.

- Permitir desgranar mazorcas sanas y también las enfermas.
- Agilizar la realización de la labor.
- El usuario debe percibir eficiencia usando el producto.
- El producto debe ser transportado por el usuario hasta el cacotal.
- El producto debe ser de fácil manipulación.
- Uso de una vez cada 30 días. Uso diario de hasta 2 meses seguidos.
- Uso de energía humana para su accionamiento.
- Ser manipulado por dos personas.
- Adaptarse a los diferentes tamaños de mazorca.
- Uso de materiales económicos y fáciles de conseguir.

#### **4.1.5 Lista de métricas y comparación de la competencia.**

De acuerdo con Ulrich y Eppinger (2013), las métricas más útiles son aquellas que reflejan, en forma tan directa como es posible, el grado al cual el producto satisface las necesidades del cliente. La relación entre necesidades y métricas es esencial para todo el concepto de especificaciones. La suposición funcional es que es posible una traducción de las necesidades del cliente a un conjunto de especificaciones precisas y medibles, y que, por lo tanto, al cumplir esas especificaciones se logrará la satisfacción de las necesidades del cliente (p. 97).





**Tabla 21**  
 Tabla de comparación con la competencia (benchmarking) basada en métricas.

#### 4.2 Determinación de los requerimientos para el diseño

Para determinar qué características debe poseer la máquina a diseñar, se realizó un análisis morfológico de la mazorca de cacao. Esta es una baya grande ovalada con surcos, en donde se identificó una forma pentagonal que sí es observada desde una vista axial la misma se subdivide generando de 5 a 10 surcos que tienen un espesor variable en las capas del pericarpio<sup>5</sup>, la capa externa de este es dura y la interna que rodea las semillas es mucilaginosa, puede contener desde 16 hasta 60 semillas (Lindorf, 1971, pp. 10-20).

Al hacer un corte axial se puede identificar algunas partes del tejido como son el epicarpio o exocarpio que es la parte más externa del fruto, este presenta una alta dureza y también es conocida como la cáscara. También es posible identificar el mesocarpio, que es de consistencia carnosa, y el endocarpio, que es la capa interna que envuelve la semilla, algunas veces es membranosa y otras veces se endurece o lignifica.

*Figura 16.* Vista de corte axial del fruto del cacao.



---

<sup>5</sup> Parte exterior del fruto.

*Figura 17.* Forma pentagonal de la mazorca.



En la *figura 16* se observa la disposición de los granos de cacao dentro de la mazorca, se puede que donde el epicarpio es más delgado no se encuentra directamente con la semilla. Además, el espesor de la cascara es de aproximadamente nueve milímetros, esta medida se tendrá en cuenta posteriormente para el diseño de la cuchilla. Adicionalmente, el diámetro promedio de las mazorcas es de cinco pulgadas.

*Figura 18.* Espesor de la cascara de cacao (corte longitudinal).



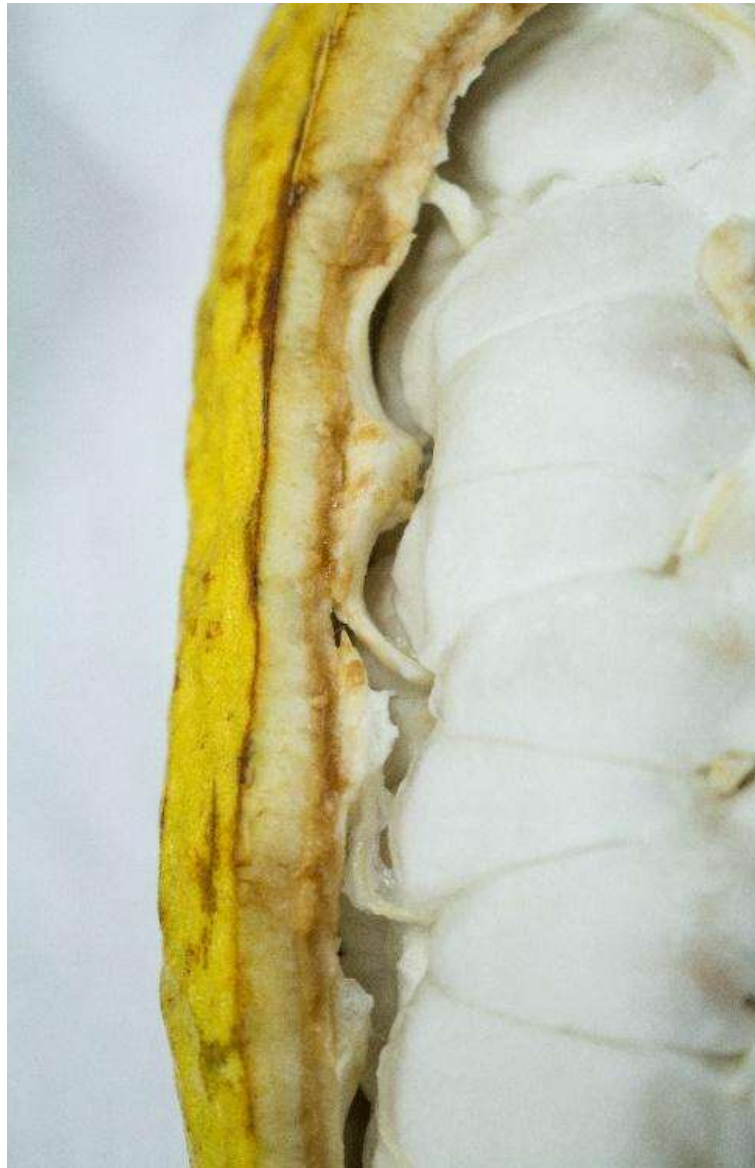
Pese a tener surcos longitudinales, la mazorca de cacao presenta una variación en el espesor de la cáscara.



*Figura 19. Espesor de la cascara (corte axial).*

Al realizar un corte longitudinal al fruto, se observó que las semillas tienen un espacio de separación de la cascara que corresponde a tres milímetros, a esto se le suman nueve milímetros de espesor de la cascara resultando doce milímetros, esta medida mínima es la que debe penetrar la cuchilla. Es necesario identificar las dimensiones de la mazorca cuya longitud esta entre 15 -25 centímetros.

*Figura 20.* Corte longitudinal del fruto mostrando la separación entre los granos y la cáscara.



Otra dimensión para tener en cuenta es el peso promedio del fruto de cacao que es de 1.180 gramos, también es importante saber el peso promedio de las semillas que es de 300 g; estos valores fueron obtenidos durante la toma de datos.

Para definir los requerimientos se tomó en cuenta la metodología planteada en el libro *Diseño y Desarrollo de Productos* (Ulrich & Eppinger, 2013. pp. 93-103). En donde mediante el análisis de la información recolectada se definieron necesidades y parámetros o requerimientos.

Al determinar y analizar los factores de riesgo, los resultados de la encuesta y la clasificación de los riesgos se concluyeron los siguientes requerimientos:

#### **4.2.1 Requerimientos o parámetros.**

- Las dimensiones de la cuchilla deben ser de 18 cm.
- Cuchilla aislada de las manos del operario.
- Extracción de los granos mediante un mecanismo.
- La cuchilla debe penetrar 18mm en el fruto.
- Corte longitudinal que permita la fácil extracción de los granos.
- Mecanismo para la extracción de los granos.
- Permitir el ingreso de mazorcas de 5,5 pulgadas.
- Cortar y desgranar en una sola acción.
- Se desarma para poder ser transportado al lugar de uso.
- Evitar la corrosión, selección de material inoxidable.
- Superficies rugosas que eviten deslizamientos.
- Accionamiento mediante energía humana.
- Una altura máxima de 80 cm del suelo.
- Dimensiones acordes para ser transportado.
- Uso de materiales comunes en el mercado.
- 25 kg máximo de peso para cada parte.

#### 4.2.2 Determinación de la fuerza de corte.

Para determinar la fuerza de corte requerida se realizaron unas pruebas en el laboratorio de materiales de la universidad a mazorcas de cacao, las cuales tenían dos condiciones diferentes. Las mazorcas (A) tenían un peso promedio de 638.9 gr, de color amarillo y dos días de corte. Por su parte las mazorcas (B) contaba con un peso de 626.2 gr, tenía un color un poco más verdoso y un día corte.

*Figura 21.* Dispositivo diseñado para realizar las pruebas.



Estos frutos fueron ubicados en un dispositivo de 470.8gr diseñado para someter la mazorca a un esfuerzo cortante en su eje longitudinal, el mismo cuenta con un ángulo estructural de acero de 90 ° ubicado en la parte inferior y superior de este. Todo el procedimiento fue registrado en videos y fotografías.

Figura 22. Dispositivo ubicado en posición para iniciar la prueba.



El procedimiento para la prueba fue el siguiente:

1. Se pesaron los frutos individualmente.
2. Se ubicó el fruto dentro del dispositivo.
3. Se posicionó el dispositivo con el fruto en la máquina de pruebas.
4. Se inició la toma de datos.
5. Se observó la deformación y fractura del fruto.

Las mazorcas de cacao se sometieron a un esfuerzo cortante transmitido en un ángulo de  $90^\circ$ , SIN filo – por esta razón se necesitó de más fuerza para romper la cáscara- como resultado de la

fuerza ejercida, el fruto se deformó y seguidamente su estructura interna falló y acabo por romperse.



*Figura 23. Deformación de la cascara de la mazorca antes de romperse.*

Se observó que en el momento en que la cáscara de la mazorca falló y se abrió lo hizo en la misma dirección del ángulo, también se presentó una curva en los extremos del fruto, al parecer porque esta presenta un espesor mayor en estas zonas inmediatamente se procedió a tomar el espesor de la cascara en estos puntos y fue de 25 mm. Al final de la prueba se constató que la fuerza necesaria para abrir la mazorca fue de 80 kgf.

En las siguientes imágenes podemos observar el estado de las mazorcas de cacao una vez finalizada la prueba.



*Figura 24.* Visualización de la fractura del fruto después de la prueba.



*Figura 25.* Fractura del fruto después de la prueba.

Al realizar la segunda prueba, de la cual también se tomó un registro fotográfico, la mazorca se posicionó de manera que los ángulos quedaran de forma paralela a su eje longitudinal, en esta prueba los resultados fueron diferentes, se necesitaron 50 kgf para fracturar la cáscara del fruto.

*Figura 26.* Fruto en posición durante la prueba.



*Figura 27.* Detalle de la ubicación del fruto para la prueba.





*Figura 28.* Fractura de la mazorca.



*Figura 29.* Fruto después de la prueba.

### 4.2.3 Conclusiones de la prueba.

Inicialmente, la corteza del fruto fue penetrada en ángulo y alcanzó una profundidad de dos mm, luego la fuerza ejercida hizo que la fruta se achatara y, posteriormente, se fracturara. La fractura se presentó de forma longitudinal pero no continua, esto se debió a que en esta zona el espesor de la cáscara es mayor. Algo curioso sobre la prueba, fue que en las dos fracturas de la corteza la falla siguió la guía donde tocaba la cuchilla el fruto, y en las partes donde esta no hacía contacto directo el fruto se fracturó de forma curva.

Adicionalmente se tomó como referencia el valor calculado por Toapanta y Rosero (2008) quienes en su proyecto de grado, también relacionado con el desgrane de cacao, hicieron las pruebas de laboratorio en seis mazorcas de cacao para determinar la fuerza necesaria para abrirlas, la siguiente tabla muestra los datos y resultados que se obtuvieron en dichas pruebas.

<b>Ensayo</b>	<b>Fuerza de corte (Kgf)</b>
<b>1</b>	36
<b>2</b>	34
<b>3</b>	34
<b>4</b>	36
<b>5</b>	34
<b>6</b>	35
<b>Promedio</b>	35

**Tabla 22**

Valores de la fuerza de corte.

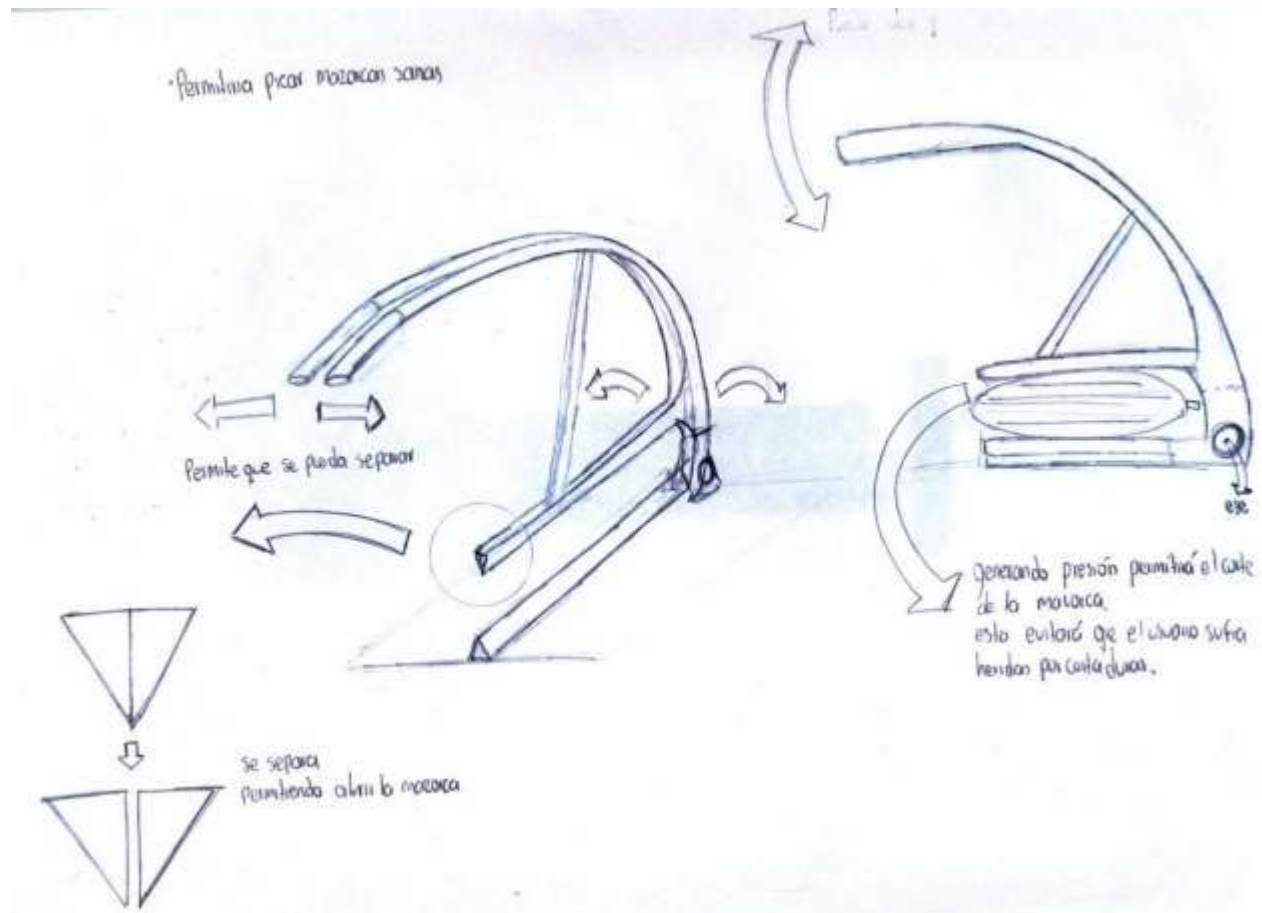
Nota: Tomada de Aponte & Rosero (2008).

### 4.3 Alternativas de Diseño

Teniendo en cuenta la información recopilada anteriormente se diseñaron unas alternativas para lidiar con el problema observado.

#### 4.3.1 Alternativa con mecanismo de palanca (A1).

Figura 30. Boceto alternativa A1.

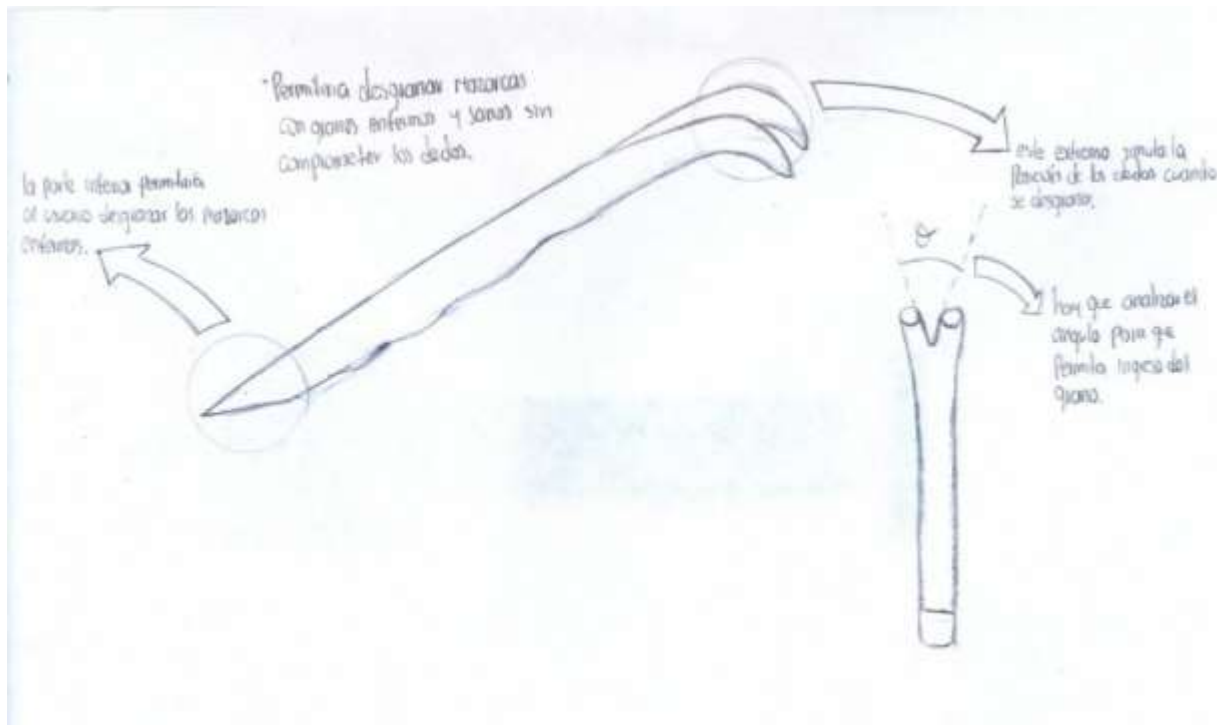


Esta propuesta utiliza la ventaja mecánica de la palanca para presionar la mazorca entre dos cuchillas, estas deben ser diseñadas de forma que no afecten a la semilla. La palanca está diseñada de manera que al tocar la cáscara, el usuario pueda hacer una fuerza perpendicular a la dirección

de la cuchilla. Esto con el fin de fracturar la cascara donde la cuchilla haya penetrado por la forma oblonga de fruto.

#### 4.3.2 Alternativa manual para extraer la semilla del fruto (A2).

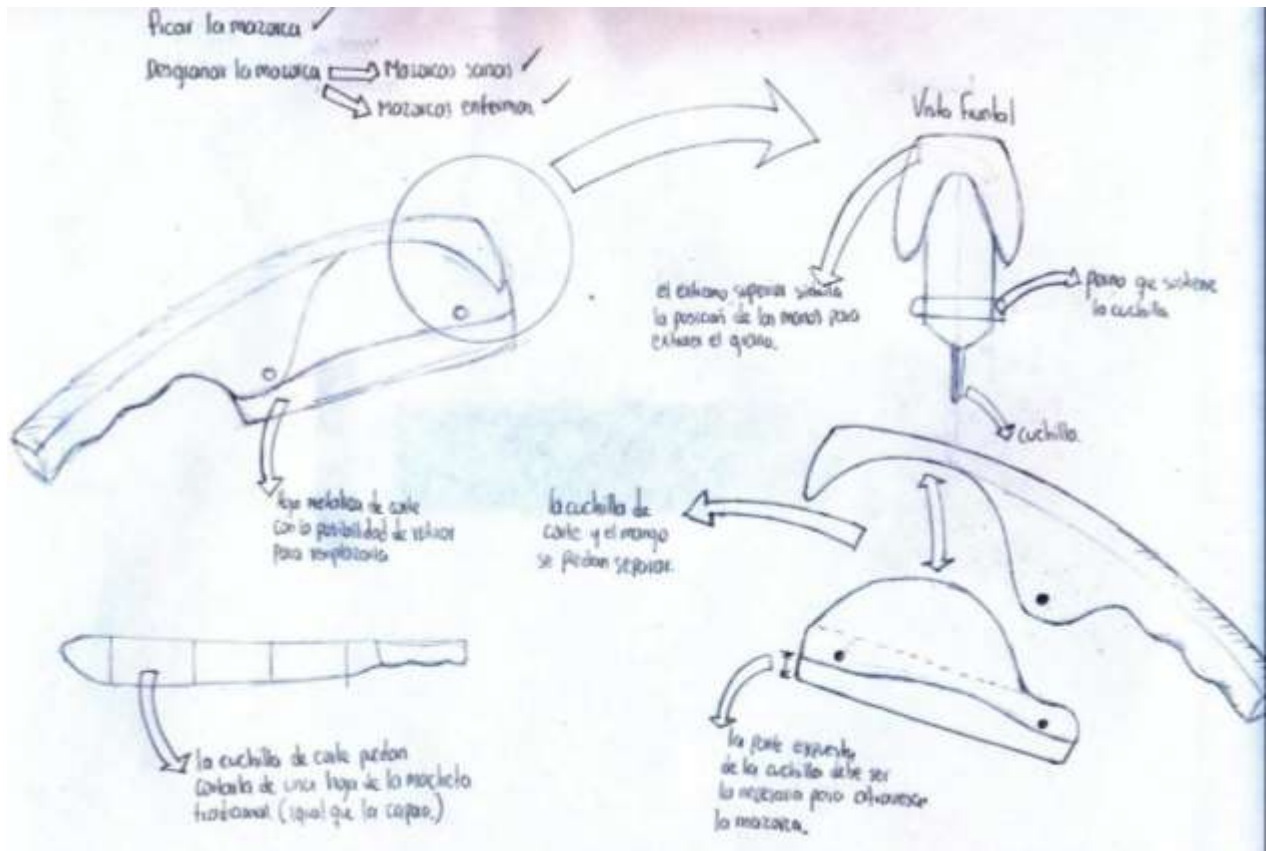
Figura 31. Boceto alternativa A2.



Esta alternativa es bastante básica, permite que el usuario pueda extraer las semillas después de abrir el fruto simulando la posición de los dedos que hacen los cacao-cultores al retirar los granos, de igual forma en su otro extremo tiene una “uña” que sirve para hacer palanca y extraer las semillas de las mazorcas enfermas. Su tamaño es similar al de un alicate o un destornillador por lo tanto puede ser transportado a cualquier parte.

**4.3.3 Alternativa desarmable y manual (A3).**

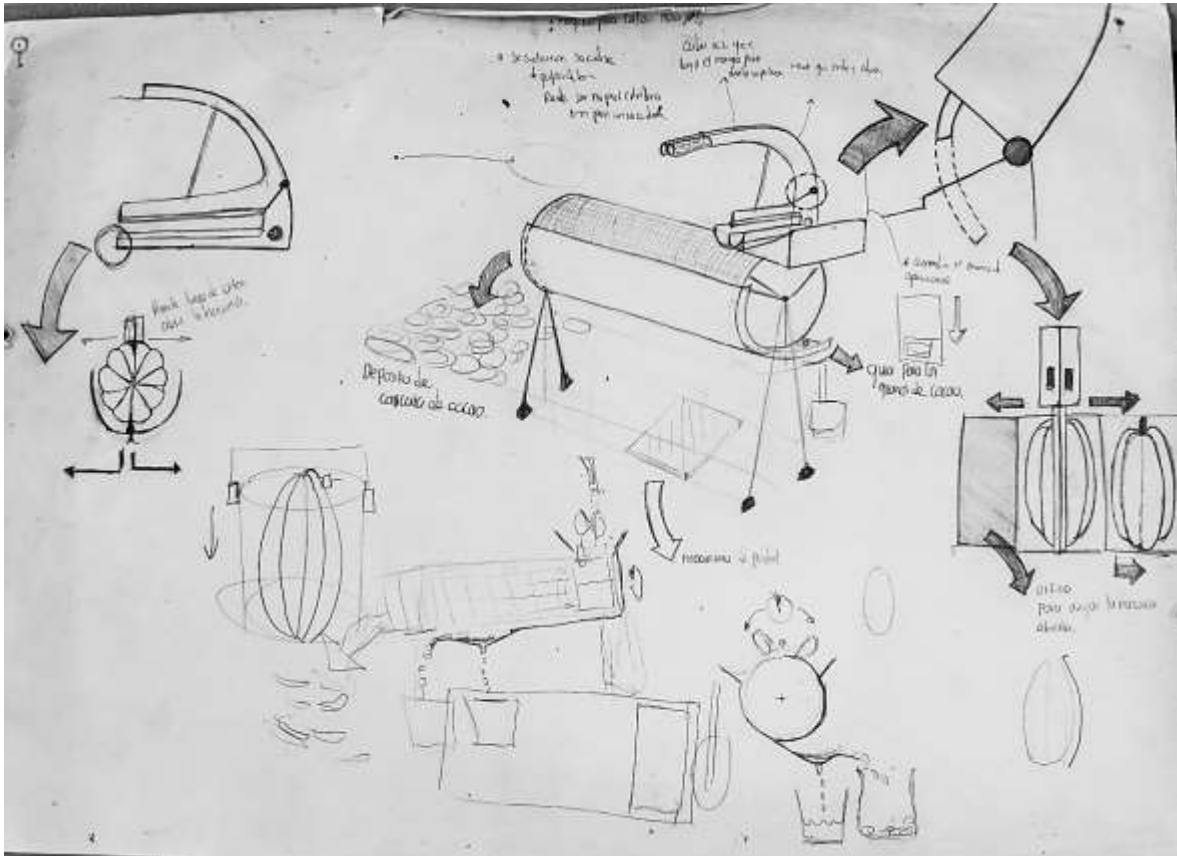
Figura 32. Boceto alternativa A3.



Está conformada por dos partes. Una parte hace de mango y estructura principal, en donde va conectada la cuchilla, esta permite al usuario abrir el fruto basándose en la forma convencional o popular, pero dejando una cuchilla con una profundidad necesaria solo para penetrar la cáscara. La otra parte se desarma para realizar la extracción de los granos con las dos puntas que tiene que simulan la posición de los dedos de los cacao-cultores.

#### 4.3.4 Máquina manual con sistema de palanca y cilindro (A4).

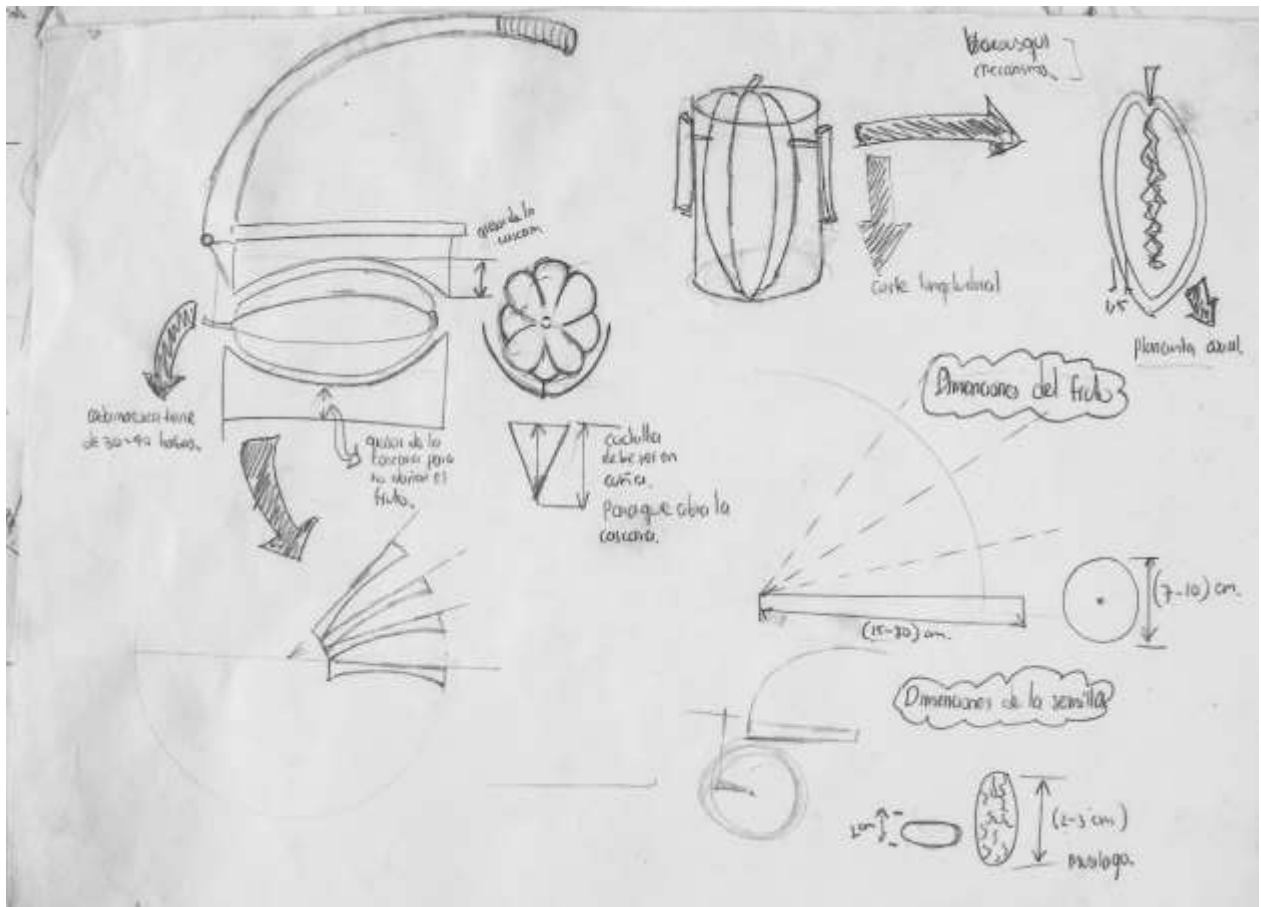
Figura 33. Descripción grafica básica de la alternativa A4.



Esta alternativa incluye el concepto de palanca de la alternativa A1, pero adiciona un sistema que permite hacer la extracción de los granos por medio de un cilindro rotatorio que al tener orificios tamiza las semillas por medio de la fuerza centrípeta, la mazorca cae al cilindro después de ser cortada por el mecanismo de palanca. Las cáscaras residuo del proceso son

expulsadas por un extremo del cilindro, para que esto suceda el cilindro debe tener una inclinación que permite fluir las cáscaras en esa dirección.

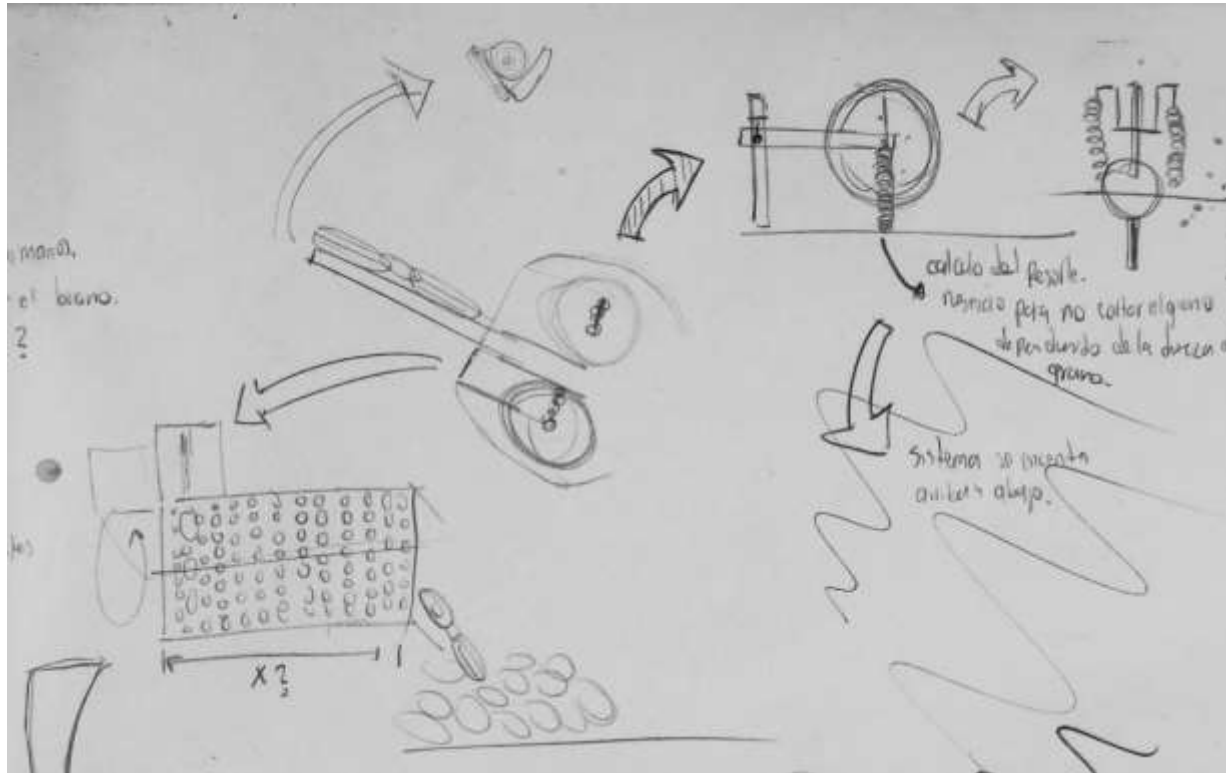
Figura 34. Boceto donde se ilustran algunos detalles de la alternativa.



Es de vital importancia tener en cuenta la forma oblonga de la mazorca y su tamaño ya que este varia, con un corte longitudinal las semilla quedan expuestas y pueden retirarse las habas, pero para volver más eficiente el proceso se pensó en introducir varios frutos en el cilindro y de esta forma desgranar varias mazorcar al tiempo que se van cortando.

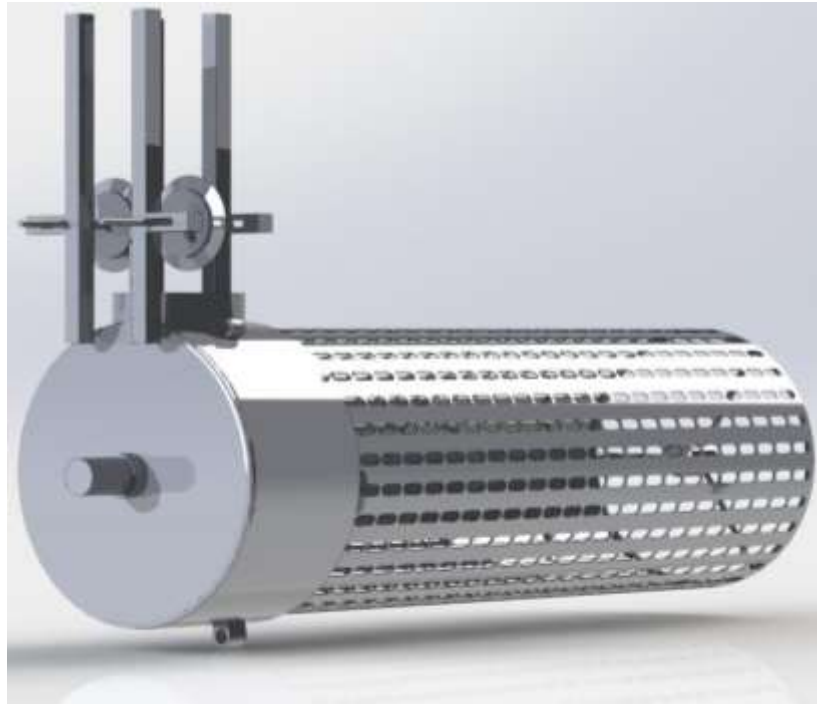
### 4.3.5 Máquina manual con cuchillas circulares (A5).

Figura 35. Boceto de la alternativa A5. Elaboración propia.



Esta alternativa plantea el uso de cuchillas circulares que se encuentran ubicadas una frente a la otra, estas tienen en sus ejes conectados unos resortes que le permiten un movimiento. Los resortes tienen la fuerza suficiente para permitir el paso de la mazorca entre las cuchillas, el resorte se extiende dependiendo del tamaño de la mazorca. Con la intención de ilustrar mejor esta idea se realizó un modelo básico en SOLIDWORKS, el cual se muestra a continuación:

Figura 36. Modelo 3D de la alternativa A5.



El ingreso de las mazorcas es por la parte superior, estas son cortadas por las cuchillas circulares al pasar a través de ellas. Las cuchillas se extienden tanto como los resortes, que están unidos a sus ejes, se lo permitan estos deben hacer una fuerza aproximada de 35 kg, luego las mazorcas caen al cilindro que se encuentra en movimiento y las semillas son tamizadas por este gracias a los golpes que tienen los frutos con el giro de este.

#### **4.4 Selección de Alternativas**

Para la selección de las alternativas, se tomó en cuenta la metodología descrita en *Diseño y Desarrollo de Productos* (pp. 143-161), capítulo 8 “Selección de Concepto”, de acuerdo con lo escrito se realizó una matriz en la que se ingresaron unos criterios de selección que fueron tomados de las necesidades del cliente y algunos parámetros para evaluarlos con cada una de las

alternativas. Mediante esta matriz se hizo una evaluación relativa “Mejor que” (+), “Igual a” (0), o “Peor que” (-) que permitió ver cuales cumplían de mejor manera los criterios establecidos.

**Tabla 23**

Evaluación de alternativas.

Alternativas	(A1)	(A2)	(A3)	(A4)	(A5)
Criterios de selección	Alternativa con mecanismo de palanca	Alternativa manual para extraer la semilla del fruto	Alternativa desarmable y manual	Maquina manual con sistema de palanca y cilindro	Maquina manual con cuchillas circulares
Reducir el riesgo de sufrir alguna herida en las manos.	0	0	0	0	+
Evitar daño en el grano.	+	0	+	+	+
Evitar que el usuario utilice sus dedos en la extracción de grano.	-	0	+	+	+
Permitir desgranar mazorcas sanas y enfermas.	-	+	+	0	0
Agilizar la realización de la labor.	0	-	0	+	+
El usuario debe percibir eficiencia usando el producto.	+	0	0	+	+
el producto debe ser transportado por el usuario hasta el “cacotal”.	+	+	+	+	+
El producto debe ser de fácil manipulación.	0	+	+	0	0
uso 1 vez cada 30 días / diario de hasta 2 meses seguidos.	+	+	+	+	+
Uso de energía humana para su accionamiento	+	+	+	+	+
ser manipulado por dos personas	0	0	0	+	+
adaptarse a los diferentes tamaños de mazorca	0	0	0	+	+
uso de materiales económicos y fáciles de conseguir.	0	0	0	0	0
eficiencia en su uso.	+	0	0	+	+
bajo costo de fabricacion.	0	+	+	-	0
Corta y desgrana en una sola acción.	-	-	+	+	+
Se desarma para poder ser transportado	+	0	+	+	+
<b>TOTAL EVALUACION</b>	<b>7 = 0</b>	<b>9 = 0</b>	<b>7 = 0</b>	<b>4 = 0</b>	<b>4 = 0</b>
	<b>3 = -</b>	<b>2 = -</b>		<b>1 = -</b>	
	<b>7 = +</b>	<b>6 = +</b>	<b>10 = +</b>	<b>12 = +</b>	<b>13 = +</b>

De acuerdo con la matriz de selección de alternativas la A5, A4 y A3 son las que presentan los mayores valores. Posteriormente, se tomaron las alternativas A5 y A3 para un desarrollo y ajuste más profundo de las propuestas.

#### 4.4.1 Desarrollo de la alternativa A3.

La alternativa A3 fue seleccionada ya que obtuvo uno de los mayores puntajes en la evaluación de alternativas. Se realizó un proceso de diseño más detallado, para esto se hizo uso del programa de diseño SOLIDWORKS, donde se diseñó el modelo de la propuesta final de esta alternativa.

*Figura 37.* Modelo 3D de la alternativa A3.



*Figura 38.* Vista explosionada de A3.



Esta herramienta fue diseñada para ser transportada hasta el punto de uso en el cacotal, su tamaño la hace fácil de acarrear, asimismo es un dispositivo liviano ya que se encuentra fabricado en aluminio fundido. La pieza consta de dos piezas que se desarman soltando los tornillos. La cuchilla es fácilmente reemplazable en caso de que se necesite realizar un cambio, el operario puede utilizarla hoja de acero de una macheta cortada con las dimensiones correctas.

*Figura 39.* Vista en detalle del mango de A3.



El mango tiene incrustaciones de silicona para aumentar la fricción, ya que en las condiciones naturales de uso la superficie se hace muy resbaladiza, además su forma hace que el usuario tenga un mejor agarre y permita realizar mejor la labor para la que fue diseñada.



*Figura 40.* Ajuste de la cuchilla.

La pieza de color negro se ajusta al mango y estructura principal. Al golpear la mazorca, la cuchilla penetrará solo 18mm esto evitará que sufran heridas las semillas de cacao y el usuario que manipule la herramienta. La cuchilla se encuentra visible solo lo necesario para penetrar la cáscara, esta debe ser retirada al momento de querer realizar el proceso de desgrane soltando fácilmente el tornillo superior que la sostiene.

*Figura 41.* Mango y estructura principal de la alternativa A3.



La estructura principal de la herramienta A3 consta de un mango y un extremo curvo, unas puntas aplanadas en forma de “V” las cuales simulan la posición que los cacao-cultores toman para extraer con sus dedos los granos, de igual forma estas sirven para hacer palanca y poder extraer los granos difíciles de las mazorcas que han sido atacadas por las enfermedades comunes del cultivo.

#### 4.4.2 Desarrollo de la alternativa A5.

*Figura 42.* Modelo 3D de la alternativa A5.



La alternativa A5 presentó el mayor puntaje en la selección, por esta razón se realizó un proceso de diseño más detallado apoyándose del programa de diseño SOLIDWORKS, esta máquina presenta la adaptación de un sistema de transmisión de una bicicleta para impulsar el movimiento de un cilindro con perforaciones y una cuchilla circular.

Esta máquina consta de dos cuchillas circulares, una es impulsada por el movimiento del pedal, y es encargada de atrapar la mazorca e impulsarla en dirección de su movimiento; la otra cuchilla se encuentra libre y se mueve cuando el fruto pasa a través de ella cortándolo en esta acción. La propuesta está diseñada para ser transportada hasta el cacotal y se desarma en dos partes para ser trasladada por los operarios.



*Figura 43.* Modelo 3D de la alternativa A5.

Posee un ducto por donde el usuario introduce el fruto, una vez ahí este es cortado longitudinalmente por las dos cuchillas circulares, inmediatamente cae en el interior del cilindro que se encuentra girando, lo cual hace que las mazorcas se golpeen soltando los granos que pasan a través de los orificios y caen para ser recolectados. Los desperdicios salen por un extremo y los granos se recolectan en contenedores proporcionados por los usuarios.



*Figura 44.* Modelo 3D de la alternativa A5 donde se muestran las dos partes en las que se desarmaría la máquina para ser transportada.

**4.4.3 Selección de la alternativa final.**

Se evaluaron estas dos últimas alternativas de acuerdo con los criterios de selección anteriormente establecidos, al analizarlos detenidamente quedó como ganadora la alternativa A5. Esta presenta mayor cumplimiento de las necesidades y requerimientos mencionados previamente.

La alternativa seleccionada es la base para hacer un diseño más detallado, realizando algunos ajustes a todas las partes y componentes, además buscando también mejorar el lenguaje que tiene esta con el usuario.

**Tabla 24**  
Criterios de selección de alternativa.

Alternativas	(A3)	(A5)
Criterios de selección	Alternativa desarmable y manual	Maquina manual con cuchillas circulares
Reducir el riesgo de sufrir alguna herida en las manos.	0	+
Evitar daño en el grano.	0	+
Evitar que el usuario utilice sus dedos en la extracción de grano.	0	+
Permitir desgranar mazorcas sanas y enfermas.	+	0
Agilizar la realización de la labor.	0	+
El usuario debe percibir eficiencia usando el producto.	0	+
el producto debe ser transportado por el usuario hasta el “cacotal”.	+	+
El producto debe ser de fácil manipulación.	+	0
uso 1 vez cada 30 días / diario de hasta 2 meses seguidos.	+	+
Uso de energía humana para su accionamiento	+	+
ser manipulado por dos personas	0	+
adaptarse a los diferentes tamaños de mazorca.	0	+
uso de materiales económicos y fáciles de conseguir.	0	0
eficiencia en su uso.	0	+
bajo costo de fabricacion.	+	0
Corta y desgrana en una sola acción.	0	+
Se desarma para poder ser transportado	+	+
<b>TOTAL EVALUACION</b>	<b>10 = 0</b>	<b>4 = 0</b>
	<b>7 = +</b>	<b>13 = +</b>

#### 4.4.4 Cálculo de los elementos de maquinado.

A continuación, se describe el cálculo de los elementos que componen la herramienta seleccionada donde se describen ejes, estructura soporte, rodamientos seleccionados y resorte de cuchillas.

##### 4.4.4.1 Selección de la cadena.

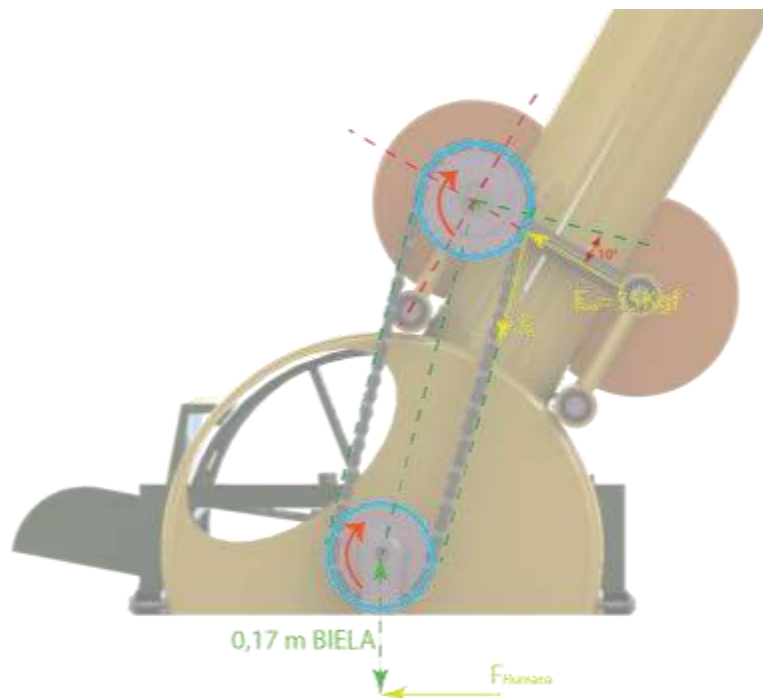


Figura 45. Diagrama para la selección de cadena.

$Z1 = 22$  Número de dientes del piñón conductor.

$Z2 = 24$  Número de dientes del piñón conducido.

$F = 5 (Kgf)$  Fuerza humana aplicada en la manivela.

$F1 = F \cdot 9,81 (N)$  Fuerza aplicada a la cadena.

$b = 0,17 \text{ (m)}$  Longitud de la biela.

$n1 = 25 \text{ (Rpm)}$  Revoluciones por minuto a la cual gira el piñón conductor.

$$Torq1 = F1 \cdot b$$

$$Omega1 = \frac{n1 \cdot \pi}{30}$$

$Pot_1 = Torq1 \cdot Omega1$  Potencia humana aplicada en Watts.

$$Pot_{Humana} = \frac{Pot_1}{745,6} \text{ Potencia humana aplicada en HP.}$$

$$Pot_{Diseño} = Pot_{Humana}$$

$$Torq_{Diseño} = Torq1$$

Asumimos una cadena número 40 de paso  $\frac{1}{2}$  pulgada. *Tamaños estándares y resistencias de cadenas de rodillos- tabla 18-10.* (Hamrock, 1999. p. 858)

$$p = 0,0127 \text{ (m)}$$

$$Z1 \cdot p = \pi \cdot D1$$

$$Torq_{Diseño} = Fa \cdot \frac{D1}{2}$$

Vamos ahora a la *tabla 18-10* (Hamrock, 1999. p. 85) y busco FU para la cadena número 40.

$$Fu = 3700 \cdot \frac{9,81}{2,25} \cdot 1 \text{ (N)}$$

$$Nseg = \frac{Fu}{Fa} \text{ Factor de seguridad estático para cadena que debe ser un valor alto.}$$

Ahora calculamos la longitud de la cadena.

$$\cos(15) = \frac{0,23}{cd}$$

$$L_{sobre;paso} = 2 \cdot \frac{cd}{p} + \frac{z_1+z_2}{2} + \frac{(z_2-z_1)^2}{(4\pi)^2 \cdot \frac{cd}{p}} \quad \text{Número de eslabones en la cadena.}$$

Como da 60,5 eslabones, entonces se tomarán 62 eslabones para la cadena.

Comprobamos si la cadena nos puede transmitir la potencia requerida, vamos al catálogo de cadenas *INTERMEC S.A* (p. 54) Entramos con 25 rpm y 22 dientes para el piñón conductor.

$Pot_{catálogo} = 0,26$  (HP) Potencia máxima que me puede transmitir la cadena número 40 en esas condiciones.

Como  $Pot_{catálogo} = 0,26$  (HP) >  $Pot_{Diseño} = 0,02928$  (HP), entonces esta cadena si me sirve.

$$Fa = 187,5$$
 (N)

$$Pot_{Humana} = 0,02928$$
 (HP)

$$Cd = 0,2381$$
 (m)

$$Fu = 16132$$
 (N)

$$D1 = 0,08894$$
 (m)

$$Torq_{Diseño} = 8,339$$
 (N · m)

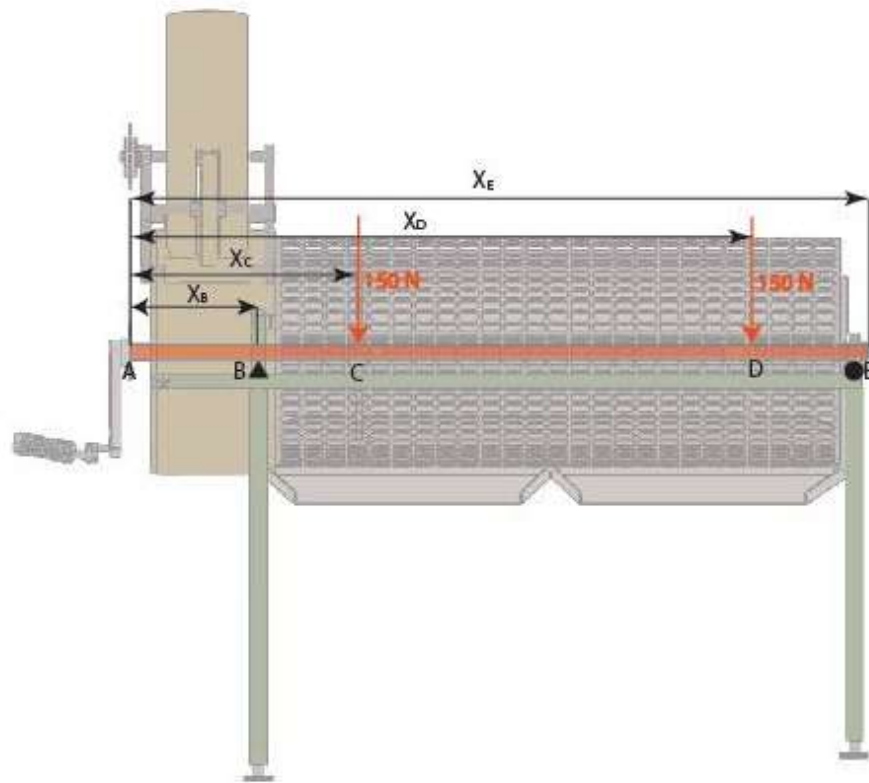
$$F = 5$$
 (Kgf)

$$Nseg = 86,03$$
 Factor seguridad

$$Pot_{Diseño} = 0,02928$$

#### 4.4.4.2 Diseño del eje principal.

Figura 46. Diagrama del eje principal.



Datos:  $F_{ay} = 179,31 \text{ N}$

$Torque = 8,339 \text{ (N} \cdot \text{m)}$

Producido por el humano.

Datos:  $Leje = 1,30 \text{ cm}$

$X_B = 23 \text{ cm}$

$X_C = 40,5 \text{ cm}$

$X_D = 112,5 \text{ cm}$

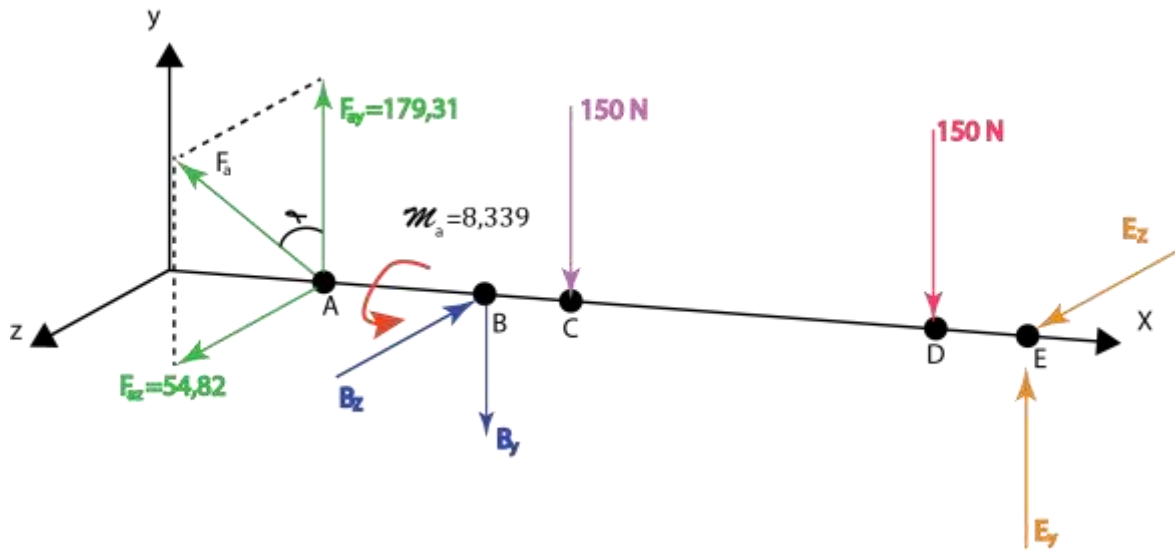


Figura 47. Ilustración de fuerzas que actúan sobre el eje principal.

**Análisis del eje, diagramas cortantes y momento flector:** Con el apoyo del software MDsolids 4.0 se hace el análisis del eje y se trazan los diagramas de cortante y flector, los cuales se aprecian en la Figura 43, esto con el propósito de hallar el momento flector máximo y la fuerza cortante en el punto crítico del eje.

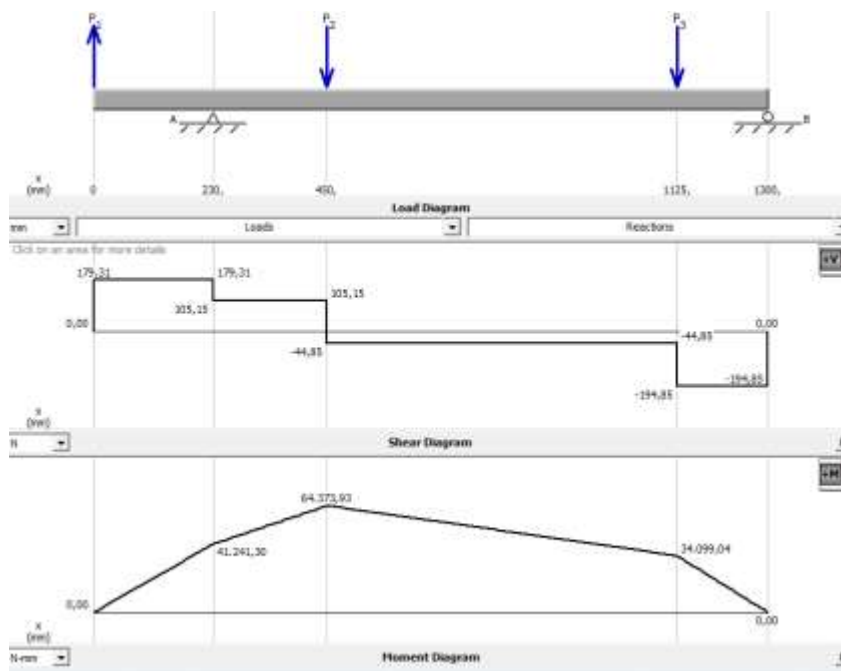


Figura 48. Diagrama de cortantes y flectores del eje principal en el plano x-y.

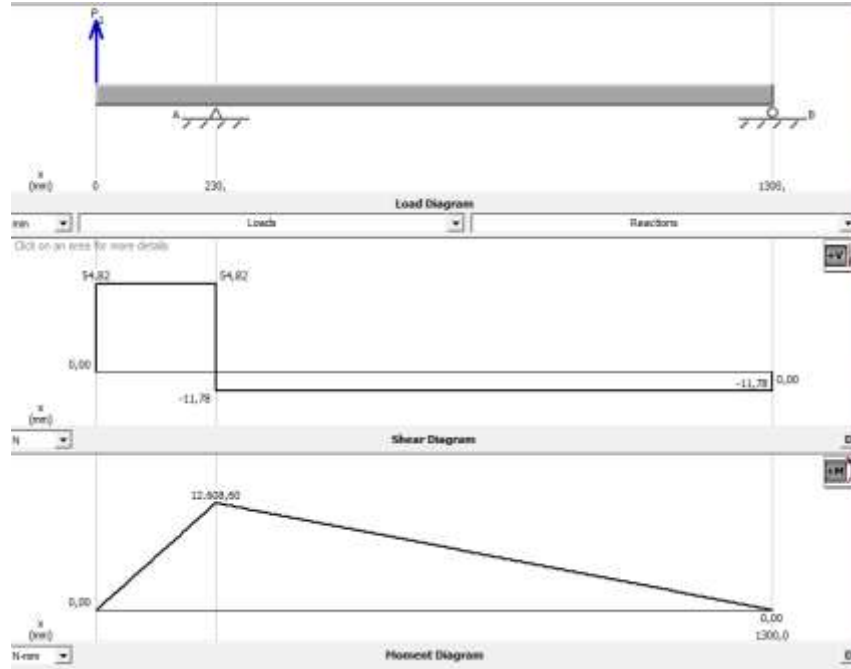


Figura 49. Diagrama de cortantes y flectores en el plano x-z.

Datos de la sección crítica obtenida Figuras 48-49:

$M_{max}: 64,37 \text{ N} \cdot \text{m}$

Material del eje:

$W_{max}: 194,85 \text{ N}$

Acero AISI C1026

$E_y: 194,85 \text{ (N)} \uparrow$

$S_y: 3374 \text{ kg/cm}^2$

$B_y: 74,16 \text{ (N)} \downarrow$

Según el diagrama del par de torsión:

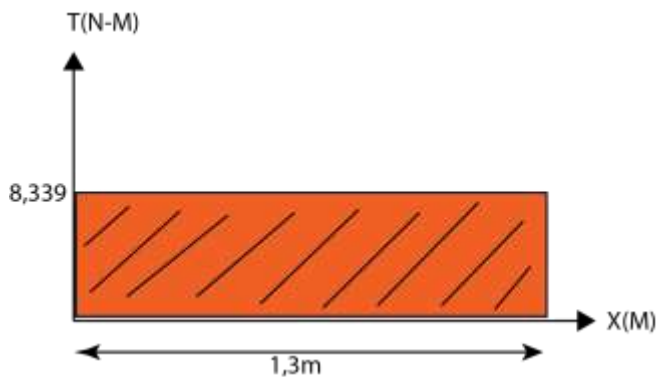


Figura 50. Diagrama del par de torsión.

Momento máximo:

$$M_{max} = \sqrt{My^2 + Mz^2}$$

$$M_{max} = \sqrt{64373,93^2 + 12608,6^2} = 65597,1 (N \cdot mm) \approx 65,6 (N \cdot m)$$

Usando la *Teoría del Esfuerzo Máximo Cortante* (Hamrock, 1999. p. 442)

$$d = \left( \frac{32 N_{sf}}{\pi S_y} \sqrt{M_{max}^2 + T^2} \right)^{1/3} \quad \text{Asumimos un } N_{sf} = 3$$

$$s_y = 3374 \frac{kgf}{cm^2} \times \left( \frac{9,81 N}{kgf} \right) \left( \frac{100^2 cm^2}{m^2} \right) = 331 Mpa$$

$$d_1 = \left[ \frac{32 \times 3}{331 \times 10^6 \pi} \times (65,6^2 + 8,339^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d_1 = 0,018276 (m) \cong 18,276 (mm) \cong 20 mm$$

Acomodándonos al mercado tomaremos para el eje  $d_1 = 1'' (25.4 mm)$

#### 4.4.4.3 Selección de los rodamientos del eje principal.

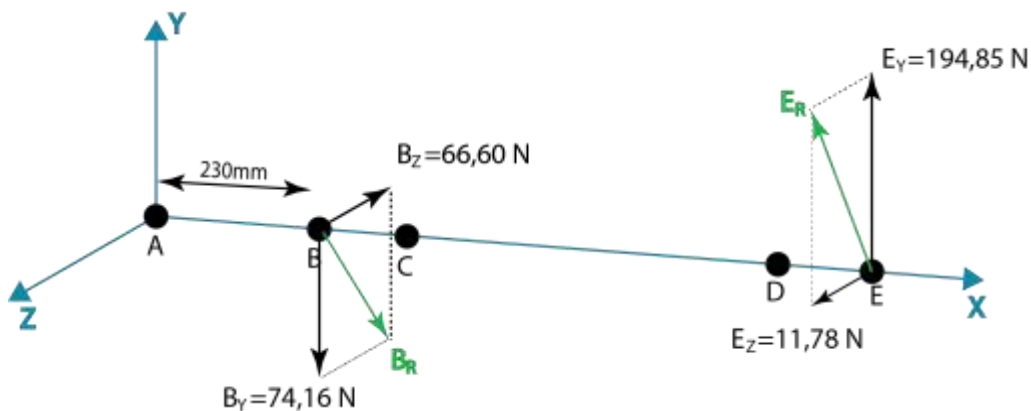


Figura 51. Fuerzas que interactúan en el rodamiento del eje.

$$B_R = F_{RB} = \sqrt{66,6^2 + 74,16^2}$$

$$E_R = F_{RE} = \sqrt{194,85^2 + 11,78^2}$$

$$F_{RB} = 99,6758 \text{ (N)} \quad \text{Fuerza radial resultante en el rodamiento B.}$$

$$F_{RE} = 195,2 \text{ (N)} \quad \text{Fuerza radial resultante en el rodamiento E.}$$

Como ( $F_{RE} > F_{RB}$ ) tomamos esta fuerza para la selección del rodamiento.

- I.** Tomando como ciclo de vida 50.000 horas de trabajo con una velocidad angular de 25 rpm.

$$\text{Calculamos el índice básico de vida del rodamiento} \rightarrow L_h = \frac{10^6}{60 n_1} \left(\frac{c}{p}\right)^3$$

$$50.000 = \frac{10^6}{60 \times 25} \left(\frac{c}{p}\right)^3 \quad p: \text{ carga}$$

$$\left(\frac{c}{p}\right)^3 = 7,5 \quad \rightarrow \quad \frac{c}{p} \cong 1,96$$

- II.** Ahora calculamos la carga "p"

$$p = xF_{radial} + yF_{axial}$$

$$\frac{F_a}{F_r} \leq e \rightarrow \emptyset \leq e \therefore x = 1$$

- III.** Entonces  $p = F_{radial} = F_{RE}$



Relación de transmisión:

$$i = \frac{24}{22} = \frac{12}{11} \quad i = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow n_2 = \frac{25 \times 11}{12} = 22,92 \text{ rpm} \quad \omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} \cong 2,4 \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{12}{11} \rightarrow D_2 = \frac{12 \times 0,08894 \text{ m}}{11} = 0,097 \text{ m} \left( \frac{1000 \text{ mm}}{\text{m}} \right) \cong 97 \text{ mm} \cong 9,7 \text{ cm} = D_2$$

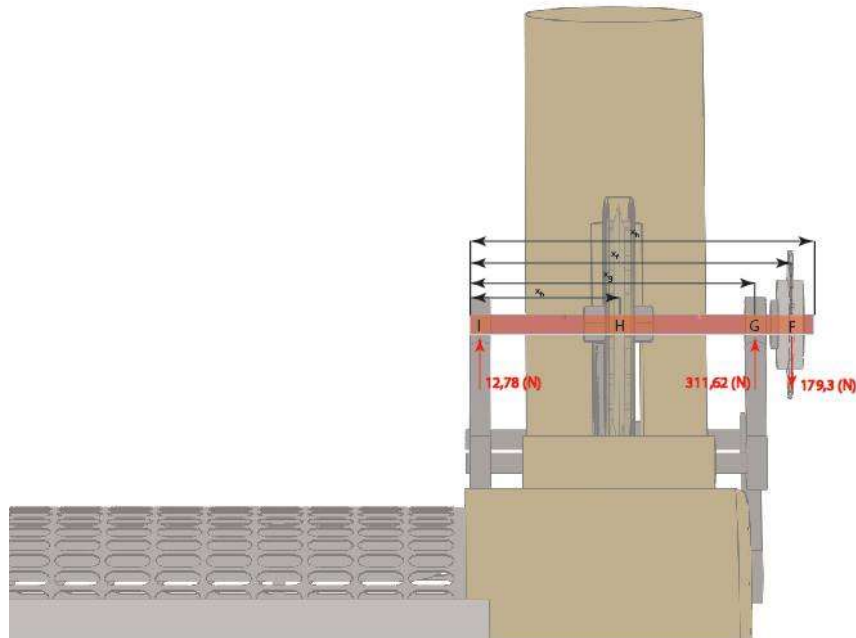


Figura 53. Fuerzas que actúan sobre el eje y sus magnitudes.

$$\sin 25 = \frac{F_{cacaoy}}{35}$$

$$F_{cacaoy} = 14,79 \text{ kgf} = 145,1 \text{ (N)}$$

$$F_{cz} = 31,72 \text{ kgf} = 311,18 \text{ (N)}$$

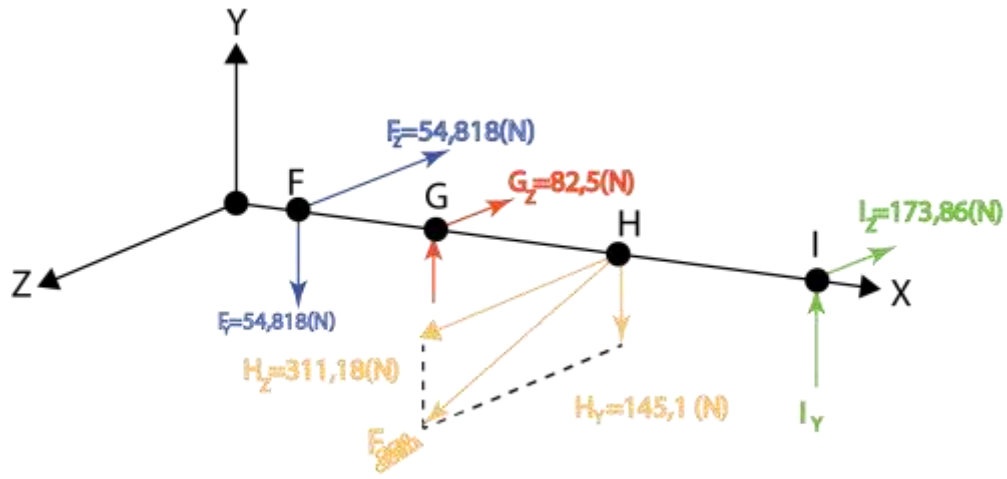


Figura 54. Ilustración fuerzas que actúan sobre el eje secundario.

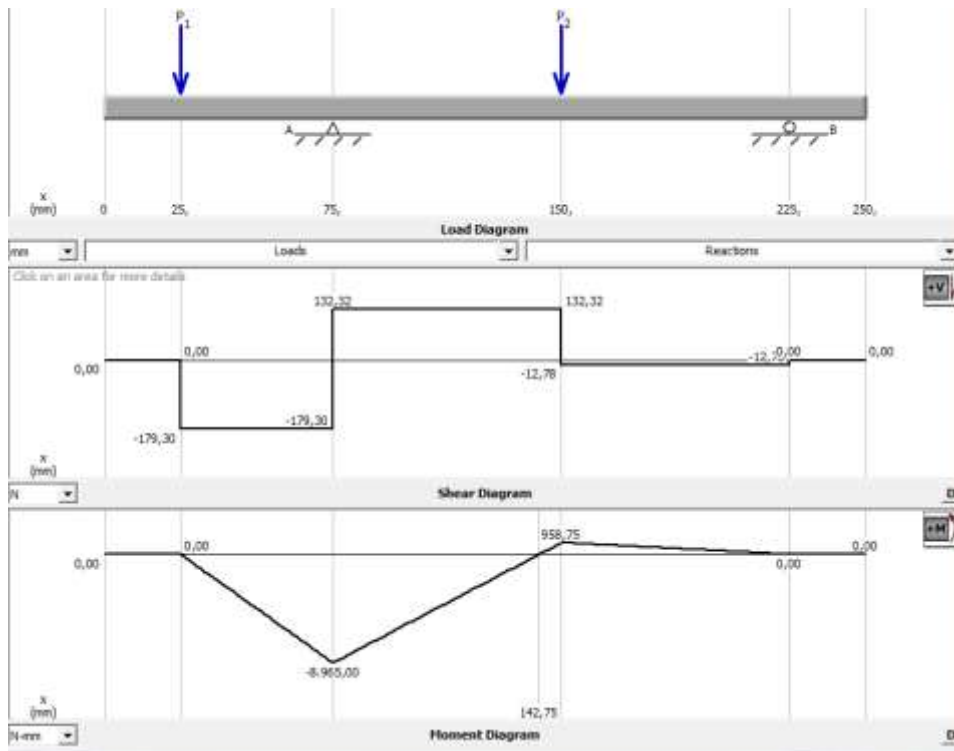


Figura 55. Diagrama del eje secundario plano x-y.

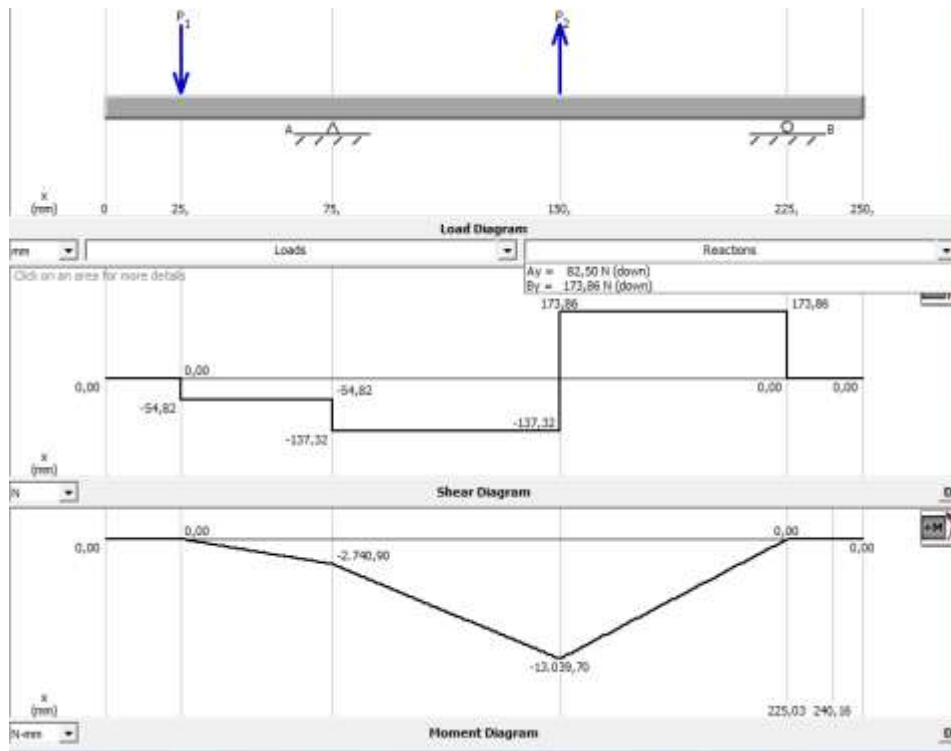


Figura 56. Diagrama del eje secundario plano x-z.

Según los diagramas de cortantes y momentos flectores del eje secundario:

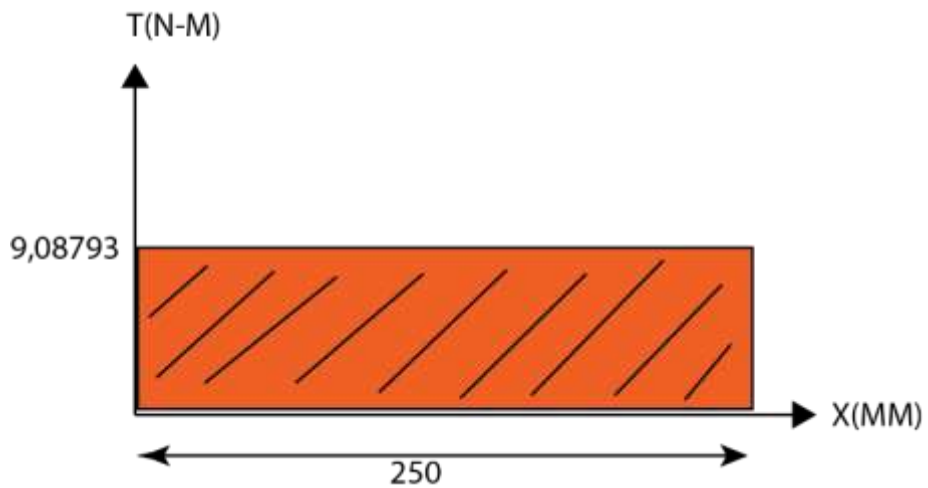


Figura 57. Diagrama del par de torsión.

$$M_{max}: \sqrt{8,965^2 + 2,7409^2} = 9,375 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Usando la *Teoría del Esfuerzo Máximo Cortante* (Hamrock, 1999. p. 442)

$$d = \left( \frac{32 N_{sf}}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + T^2} \right)^{1/3}$$

Con  $N_{sf} = 2$  y el mismo acero AISI C1020 laminado simple.

$$d = \left( \frac{32 \times 2}{331 \times 10^6 \pi} \times \sqrt{9,375^2 + 9,08793^2} \right)^{1/3}$$

$$d = 9,297 \times 10^{-3} \text{ m} = 9,297 \text{ mm}$$

Entonces aproximamos el diámetro a  $10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$ .

$$d = 1 \text{ cm}$$

#### 4.4.4.5 Selección de los rodamientos para el eje secundario.

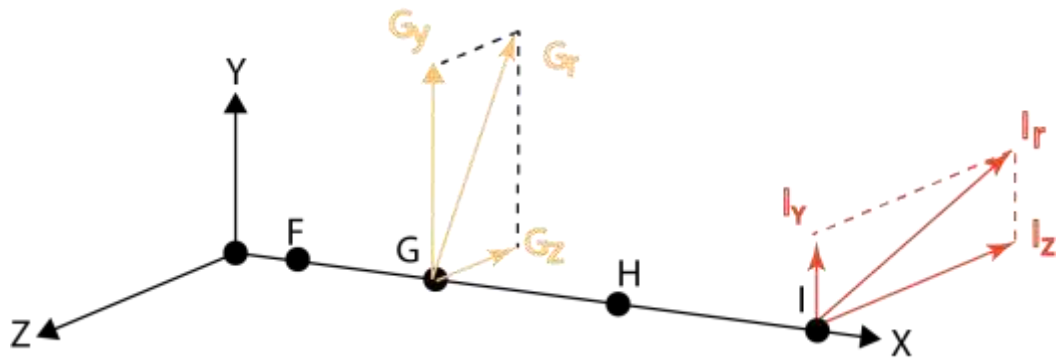


Figura 58. Fuerzas que interactúan en el eje secundario.

$$GR = F_{Radial} = F_{RG} = \sqrt{311,6^2 + 82,5^2}$$

$$F_{RG} = 322,3 \text{ (N)}$$

\*Fuerza radial que debe soportar el rodamiento G.

$$F_{RI} = \sqrt{12,78^2 + 173,86^2}$$

$$F_{RI} = 174,33 \text{ (N)}$$

Como  $F_{RG} > F_{RI}$  tomamos  $F_{RG}$  para la selección del rodamiento.

$$Lh = \frac{10^6}{60 n_2} \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$50.000 = \frac{10^6}{60 \times 22,92} \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$\left(\frac{C}{P}\right)^3 = 6,876$$

$$\frac{C}{P} = 1,9$$

Como  $F_{axial} = 0$  entonces

$$P = F_{radial} = F_{RG}$$

$$C = 1,9 \times 322,3$$

$$C_{ecuación} = 612,37 \text{ (N)}$$

Ahora vamos al catálogo *NSK* (p. B51) con  $d_2 = 10 \text{ mm}$

Seleccionamos el rodamiento  $\rightarrow 7900 C$  con  $Cr = 3000 \text{ (N)}$   $Cor = 1520 \text{ (N)}$

Como  $C_{FC} < C_{catálogo}$  el rodamiento seleccionado sí me sirve.

#### 4.4.4.6 Cálculo del resorte a extensión (Hamrock, 1999.p. 765).

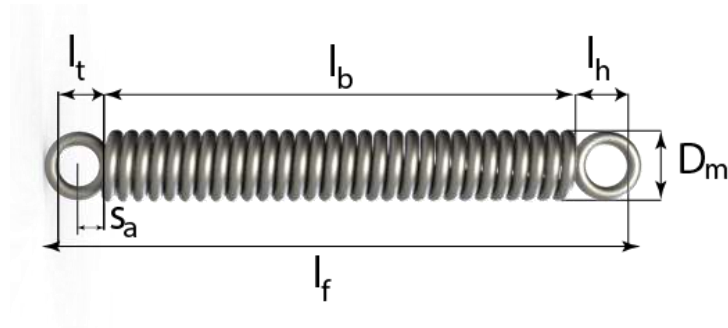


Figura 59. Longitudes del resorte.

$$L_h = 25 \text{ mm}$$

$$L_t = 25 \text{ mm}$$

$$L_f = 2000,58 \text{ mm}$$

$$S_a = 7,94 \text{ mm}$$

Con base en la tabla 16,2 para el alambre cuerda de piano (Hamrock, 1999. P. 747)

$$"m = 0,146 \quad A_p = 2170 \text{ MPa}"$$

La longitud libre del resorte es:

$$l_f = 190 \text{ mm} = l_b + l_h + l_t = l_{\text{body}} + 25 + 25 \rightarrow l_{\text{body}} = 190 \text{ mm} = 9 \text{ cm}$$

La longitud del cuerpo del resorte es:

$$L_b = d \cdot N_t \rightarrow N_t = \frac{140}{3} = 46,66 \cong 47$$

$$N_{\text{total}} = N_{\text{activas}} + 1$$

$$47 = N_t = N_a + 1 \rightarrow N_a = 46 \text{ espiras activas.}$$

Asumiendo un índice de resorte  $C = 9 = \frac{D}{d}$ , supongo un factor de  $1,3 = N_s f$ .

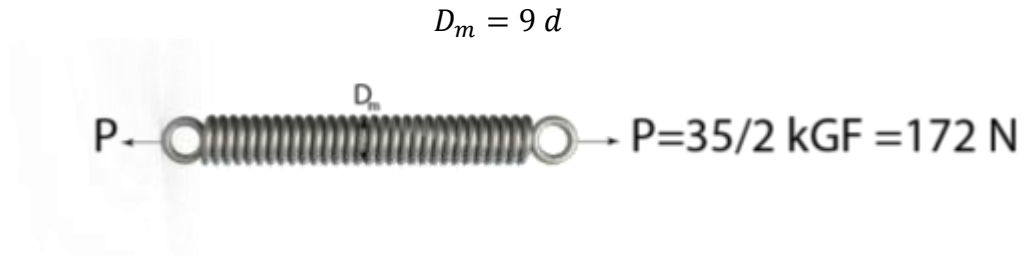


Figura 60. Fuerzas que actúan sobre el resorte.

$$T_{max} = \frac{8 D K d \cdot P}{\pi \cdot d^3} \quad K d = \left( \frac{C+0,5}{C} \right) = \left( \frac{9+0,5}{9} \right) = 1,05$$

$$T_{max} = \frac{8 D (1,05) \cdot 172 \text{ N}}{\pi \cdot d^3} = \frac{8,4 \times 9 d \times 172}{\pi \cdot d^3} = \frac{4139}{d^2} = T_{max} \quad \text{Esfuerzo cortante aplicado.}$$

$$T_{aplicado} = T_{adm} = \frac{S_{ys}}{N}$$

$$\frac{4139}{d^2} = \frac{S_{ys}}{N} = \frac{S_{ys}}{1,3} = \frac{0,4 S_{ut}}{1,3} = \left( \frac{0,4 A_p}{1,3 d^m} \right)$$

$$\frac{4139}{d^2} = \frac{0,4 \times 2170}{1,3 d^{(0,146)}}$$

$$6,2 = \frac{d^2}{d^{(0,146)}} = d^{(2-0,146)} = d^{1,854} = 6,2$$

$$d = \sqrt[1,854]{6,2} \quad d = 2,675 \text{ mm}$$

Tomamos  $d = 3 \text{ mm}$  Diámetro mínimo del alambre para el resorte.

Y por lo tanto  $D_m = 9 \times 3 = 27 \text{ mm} = 2,7 \text{ cm} = D_{medio}$

Entonces el  $T_{max \text{ aplicado}} = \frac{4139}{3^2} \cong 460 \text{ MPa} < \frac{S_{ys}}{N} = \frac{739}{1,3} = 569 \text{ MPa}$

Como:  $460 \text{ MPa (Esfuerzo)} < 569 \text{ MPa (Resistencia)}$

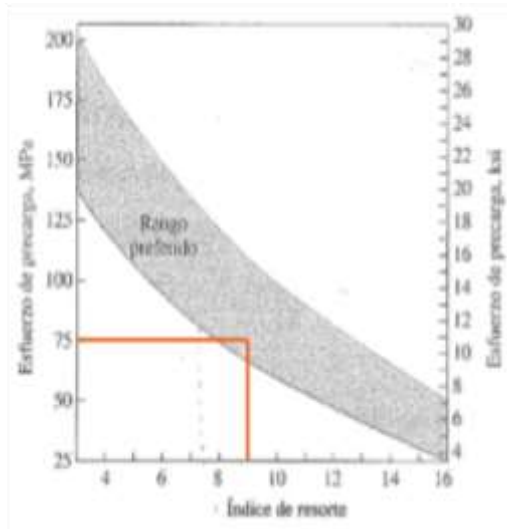
Por lo tanto, el resorte me sirve para la función requerida.

$460 \text{ MPa (Esfuerzo)} < 569 \text{ MPa (Resistencia)} \therefore$  el resorte me sirve para la fricción requerida.

Con la ecuación (16,35) del libro *Elementos de Máquina* (Hamrock, 1999.p, 765), hallamos el esfuerzo cortante de torsión inicial del resorte:

$$P_i = \frac{\pi T \cdot d^2}{8C} = \frac{\pi T \cdot (3)^2}{8 \times 9} = \frac{9\pi T}{72} = 0,393 T:$$

Ahora vamos a la figura 16-10 (Hamrock, 1999.p. 757) para seleccionar el Esfuerzo de precarga



(T:)

$$P_i = (0,393 \times 75)(N)$$

$$P_i = 29,4 (N)$$

$$P_i = 29,4 N \left( \frac{Kgf}{9,81 N} \right) = 3 Kgf$$

Figura 61. Rango preferido del esfuerzo de precarga para varios índices de esfuerzos.  
Nota: Tomada de Hamrock, 1999.

Precarga de tensión que hacerle al resorte.

De acuerdo con la tabla 16-1 (Hamrock, 1999. p. 746) para alambre cuerda de piano

$G = 11,5 \times 10^6 \text{ psi} = 79,3 \times 10^9 \text{ pa}$ , según la ecuación (Hamrock, 1999.p. 16, 35):

$$\text{Razón del resorte} \rightarrow K = \frac{dG}{8NaC^3} = \frac{(3 \times 10^{-3} \text{ m})(79,3 \times 10^9 \text{ N})}{8 \times 46 \times 9^3} = 887 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

**4.4.4.7 Estructura soporte del desgranador de cacao.**

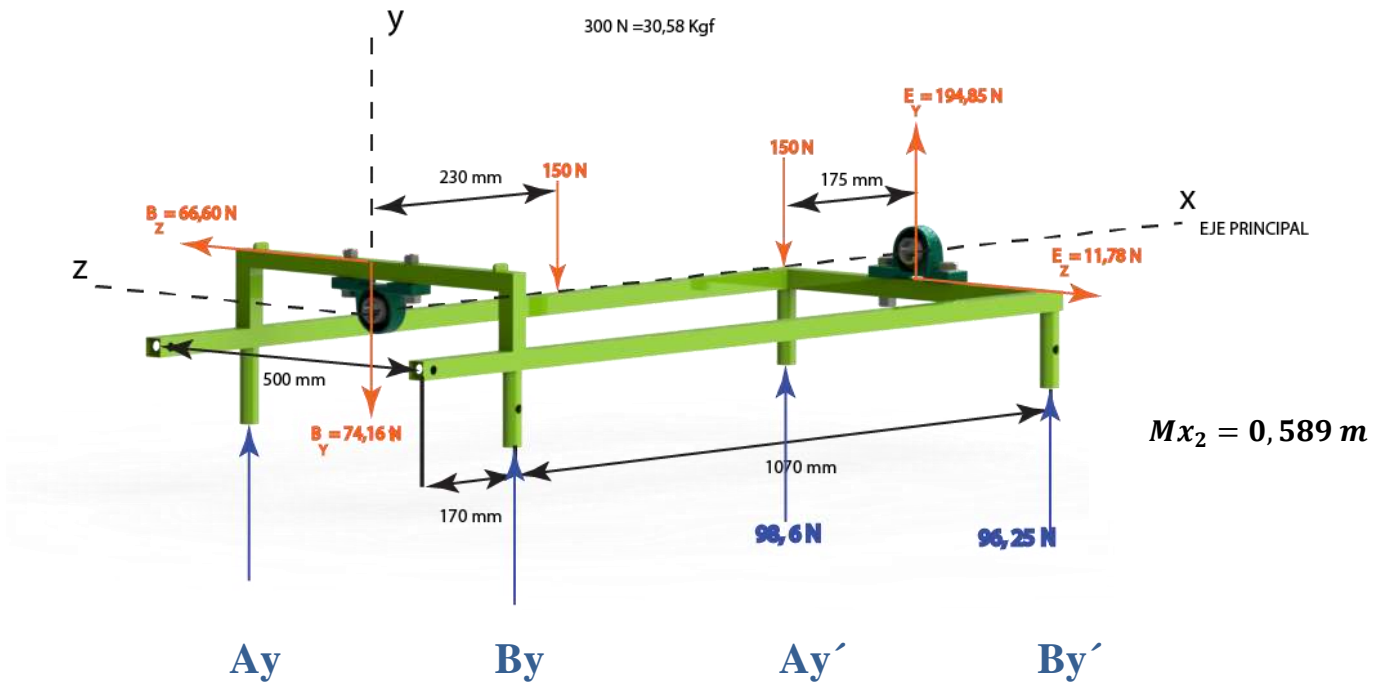


Figura 62. Fuerzas que actúan sobre la estructura.

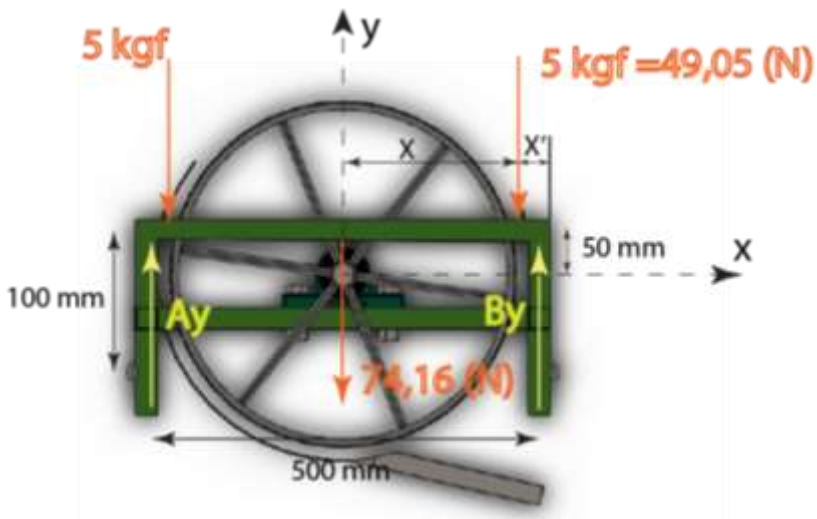


Figura 63. Fuerzas que actúan sobre la estructura plano x-y.

$$M_x = B_7 \times 0,07 \text{ m}$$

$$M_x = 66,6 \times 0,05$$

$$M_x = 33,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$x'$  supuesta

$$x' = 30 \text{ mm}$$

$$A_y = 84,95 \text{ N } (\uparrow)$$

$$B_y = 87,31 \text{ (N) } \uparrow$$

$$B_y > A_y$$

$$A_{y'} = 98,6 \text{ (N) } \uparrow$$

$$B_{y'} = 96,25 \text{ (N) } \uparrow$$

$$\sin \theta = \frac{60 \text{ mm}}{250 \text{ mm}}$$

$$\theta = 32,87$$

$$\cos 32,87 = \frac{x}{250}$$

$$x = 210$$

$$250 - 210 = 40 \text{ mm}$$

$$x' = 40 \text{ mm} = 4 \text{ cm}$$

Tomamos  $Ay'$  para el cálculo de la carga para la columna.

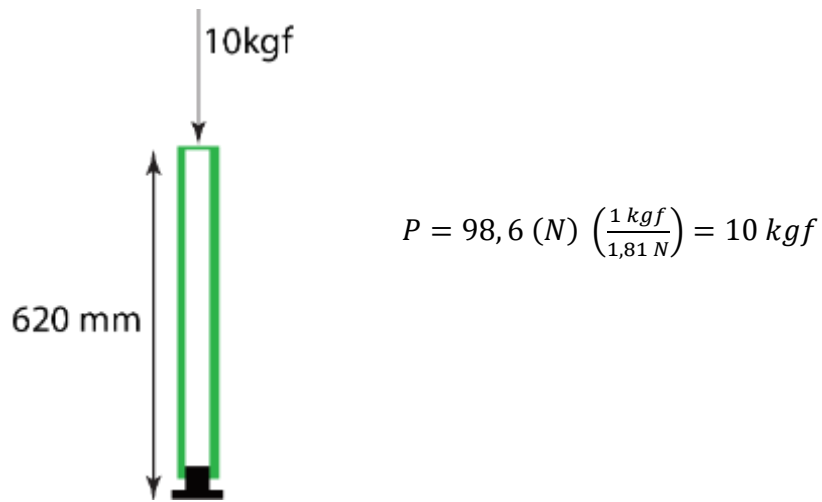
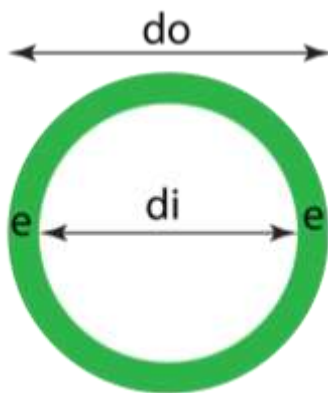


Figura 64. Fuerzas que actúan sobre la pata.

Seleccionamos del catálogo *Productos acero Arequipa tubos y varillas* (p. 13) un tubo redondo.

$$D_{nominal} = 1" \rightarrow D_{ext} = 33,4 \text{ mm} \quad e = 1,5 \text{ mm}$$

Figura 65. Sección transversal de la pata.



Material: Acero al carbono laminado en caliente (LAC).

Grado A:  $S_t = 310 \text{ MPa}$        $S_y = 230 \text{ MPa}$

Grado B:  $S_t = 400 \text{ MPa}$        $S_y = 290 \text{ MPa}$

$$A = \frac{\pi}{4} (do^2 - di^2) = \frac{\pi}{4} (33,4^2 - 29,4^2) = 197,3 \text{ mm}^2$$

- El momento de inercia para una sección hueca es:

$$I = \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) = \frac{\pi}{64} (33,4^4 - 29,4^4) \rightarrow I = 24414 \text{ mm}^4 = 2,4414 \times 10^{-8} \text{ (m}^4\text{)}$$

- El radio de giro será:

$$r_g = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{24414 \text{ mm}^4}{197,3 \text{ mm}^2}} \rightarrow r_g = 11,124 \text{ mm} = 0,011124 \text{ m}$$

- Entonces:  $le = 2l = 2(620 \text{ mm}) \rightarrow le = 1240 \text{ mm}$

Por lo tanto:  $C_c = 111,5 < \left(\frac{L_c}{r_g}\right) T = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_{y_c}}} = 283,05$

$C_c$ : razón de esbeltez o cambio crítico de la sección.

Usamos el criterio de Johnson:

$$\frac{P_c}{A} = S_{y_c} - \left(\frac{S_{y_c}^2}{4\pi^2 E}\right) (C_c)^2$$

Modelo de elasticidad de hierro:

$$E_{acero} = 207 \text{ GPascales} = 207 \left(\frac{N}{\text{mm}^2}\right)$$

Asumiendo un factor de seguridad  $Nfs = 3$  tenemos que la carga crítica aplicada será:

$$P_c = Nfs * P = 3 (98,6 \text{ N}) = 295,8 \text{ (Newton) "carga aplicada a la columna"}$$

Ahora se calcula la carga que puede resistir la columna con la sección dada.

$$\text{Area} \rightarrow \frac{P_c}{197,3 \text{ mm}^2} = 230 - \left(\frac{230^2}{4\pi^2 \times 207000}\right) (111,47)^2 = 149,56 \left(\frac{N}{\text{mm}^2}\right)$$

$$P_c = 29509,3 \text{ (N)}$$

$$P_c = 3 \times P$$

$$P_{resistente} = 9836,13 \text{ N} > P_{aplicada}$$

Entonces el tubo seleccionado con un  $D_n = 1"$  es adecuado para la construcción de la herramienta.

#### 4.4.4.8 Diseño de las vigas de la estructura:

La viga posterior es la más crítica con:

$$V_{max} = 98,60 \text{ (N)} \downarrow \langle \text{cortante} \rangle$$

$$M_{max} = 24,65 \text{ (N} \cdot \text{m)} \langle \text{flexión} \rangle$$

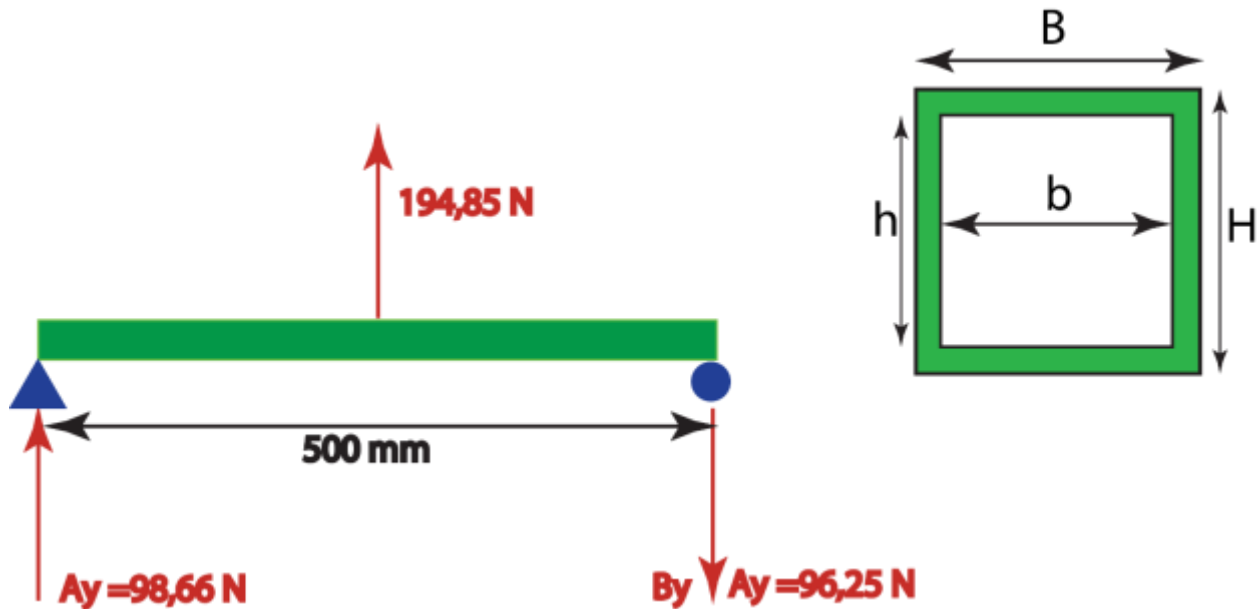


Figura 66. Fuerzas que actúan sobre la viga y sección transversal de la viga.

$$A = (C)^2 - (C')^2$$

$$I = \frac{1}{12} (BH^3 - bh^3)$$

$$I = \frac{25^4 - 21^4}{12} = 16345,33 \text{ mm}^4$$

$$I = 1,63453 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$T_{flexion} = \frac{M_R C}{I} = \frac{Sy}{Nsf} = \frac{230 \text{ N}}{Nsf \text{ mm}^2}$$

Asumiendo un factor de seguridad  $Nsf = 3$

Escogemos un tubo LAC ASTM 500 (Catálogo.p.13)

$$\text{Cuadrado } 25 \times 25 = B \times H$$

$$\text{Espesor } t = 2 \text{ mm}$$

$$C = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ mm}$$

$$M_{Resistente} = \frac{230 \times 16345,33}{3 \times 12,5 \text{ mm}}$$

$$M_{Resistencia} = 100251,3 \text{ N} \cdot \text{mm} \left( \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right) = 100,25 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$\text{Entonces: } M_{max \text{ aplicado}} = 24,65 \text{ N} \cdot \text{m} < 100,25 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Por lo tanto, si me sirve el perfil seleccionado para la herramienta.

## 4.5 Comprobación del funcionamiento de la herramienta

### 4.5.1 Diseño en detalle.

En esta etapa se hace un diseño detallado de la herramienta, además de los ajustes necesarios a cada una de las piezas y sistemas que componen la propuesta. Para esto, se consideró necesaria la elaboración de un modelo funcional con el cual se probó el funcionamiento de los mecanismos encargados de realizar las tareas deseadas.

#### *4.5.1.1 Elaboración del modelo funcional.*

El modelo se realizó en un taller de metalmecánica y soldadura ubicado en el centro de la ciudad de Bucaramanga, se contó con el apoyo de los señores Bruno Castañeda e Ignacio Sepúlveda, quienes también aportaron sus ideas para mejorar la estructura y los mecanismos de la herramienta seleccionada.

Al ser un modelo de pruebas no se fabricó en los materiales requeridos, puesto que era necesario utilizar acero inoxidable y esto incrementaba el costo de fabricación. De igual forma se buscó que los materiales utilizados no afectaran la funcionalidad, que era lo que se quería evaluar.



*Figura 67.* Estructura soporte y cilindro tamizador.

Para iniciar la fabricación del modelo de pruebas se hizo uso de una malla de acero galvanizado, cuyo espacio de mallado era coincidente con el requerido para que los granos de cacao pasaran a través de ella, y una estructura metálica de acero con un eje de acero de 1 pulg; de igual forma se usaron unas chumaceras, también de 1 pulg de diámetro, que se ajustaron con tornillos. El diámetro del eje, chumaceras y el tubo cuadrado fueron seleccionados de acuerdo con los resultados de los cálculos de los elementos.



*Figura 68.* Vista del eje y chumacera atornillada a la estructura.

El cilindro encargado de tamizar el cacao y separar los granos de la cáscara, debe estar soportado por una estructura para la cual se utilizaron unos bujes de acero, varillas de 5/8" de acero y dos láminas de acero dobladas.



*Figura 69.* Vista de la estructura que soporta cilindro tamizador.

el

Luego, estas estructuras fueron soldadas a otros aros de un diámetro superior que ayudaban a soportar el cilindro que se formaba con la malla, en esta parte se requirió de bastante precisión para que los centros de los ejes coincidieran y quedaran alineados.



*Figura 70.* Vista del ajuste del cilindro tamizador a su estructura.

Seguido a esto, el cilindro fue ubicado en la estructura que lo soportará, pasando el eje por las chumaceras y asegurándolo con una llave brístol. Se corroboró que el cilindro y la estructura soporte estuvieran bien alineadas para que el cilindro tuviera libertad de rotación.



*Figura 71.* Vista interna del cilindro tamizador y su estructura.

Los apoyos, que serán el soporte todo el peso de la herramienta, fueron fabricados en tubo de acero de una pulgada. Estas fueron ajustadas a la estructura por medio de tornillos mariposa que se ubicaron en la parte superior y lograron ensamblar las piezas en su lugar. Los apoyos cuentan con unos niveladores que permiten ajustar su altura dependiendo del terreno donde se ubique la máquina. En esta etapa se identificó que los tornillos mariposa no pueden hacer gran presión ni ajustar correctamente y se tomó la decisión de poner tornillos Bristol que brindaron mayor ajuste.



*Figura 72.* Vista de cilindro tamizador y estructura soporte con apoyos.

Los cuatro apoyos se pueden desajustar y separar de la estructura, esto con la intención de facilitar el transporte y brindar estabilidad. Igualmente, el eje de acero se desmonta para retirar el cilindro.



*Figura 73.* Vista de ensamble de cuerpo de las cuchillas.

Se procedió a darle forma al cuerpo de las cuchillas que va conectado a la estructura soporte. Para esto se dobló una lámina de acero calibre 16 para formar un cilindro al cual se le hicieron dos ranuras que encajan en una de las vigas y se le hizo una perforación donde se ubica el ducto de entrada de la mazorca.

Se usaron dos piñones de 24 y 22 dientes, los cuales se adecuaron a la forma de las piezas requeridas, el más pequeño ajustando la manivela y el otro compartiendo eje con las cuchillas.



*Figura 74.* Proceso de elaboración de los piñones para la cadena.



*Figura 75. Vista del pedal y cadena.*

Para la elección de la cadena se tuvo en cuenta una cadena número 40 de paso de media pulgada, pero al modelo de prueba se le instaló una cadenilla de bicicleta. La cadena no debe quedar muy tensionada ya que esta misma se tensiona cuando la mazorca de cacao pasa a través de las cuchillas.

El modelo debe tener dos cuchillas circulares puestas una frente a la otra, y deben ajustadas a unos resortes que se encargarán de hacer la fuerza contraria a la mazorca que es cortada, el diseño de estas cuchillas debe ser muy preciso ya que la mazorca solo puede ser penetrada 18mm y para que las cuchillas queden alineadas de forma paralela al tubo de ingreso del cacao deben tener un diámetro de 19 cm.

El eje que soporta las cuchillas debe tener un diámetro de un centímetro, como mínimo, y en el modelo de prueba se usó una varilla roscada de 5/8 de pulgada, este eje está sujeto a unos rodamientos que se encargan de darle la libertad de movimiento debido a que al pasar por el ducto la mazorca hace girar los ejes en sentido opuesto a su trayectoria.



*Figura 76.* Vista eje secundario y ubicación de la cuchilla.



*Figura 77.* Vista del modelo de pruebas terminado.



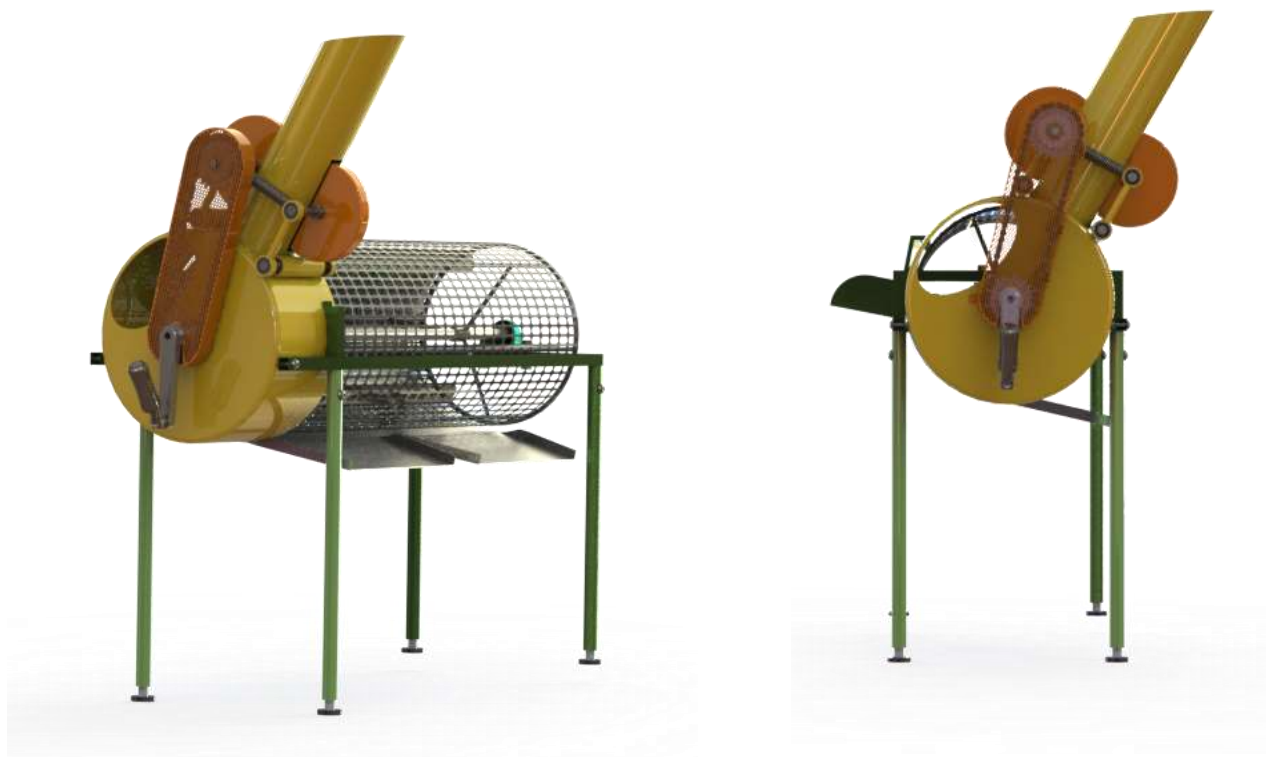
*Figura 78.* Vista lateral del modelo de pruebas.

Con la fabricación del modelo de pruebas se hicieron ajustes a la estructura y cuchillas con el objetivo de poder probar su funcionalidad.

#### *4.5.1.2 Desarrollo del prototipo digital.*

Luego de la etapa de fabricación del modelo funcional se procede a la etapa elaboración del prototipo digital y para esto se hace uso del software de diseño SOLIDWORKS. Este prototipo digital cuenta con un diseño un poco más elaborado ya que se tuvieron en cuenta los requerimientos planteados, las texturas y los colores, esto con la intención de simular una apariencia real, en donde se puedan apreciar los diferentes conjuntos de piezas y mecanismos que involucraron su diseño.

*Figura 79. Vista del prototipo digital.*



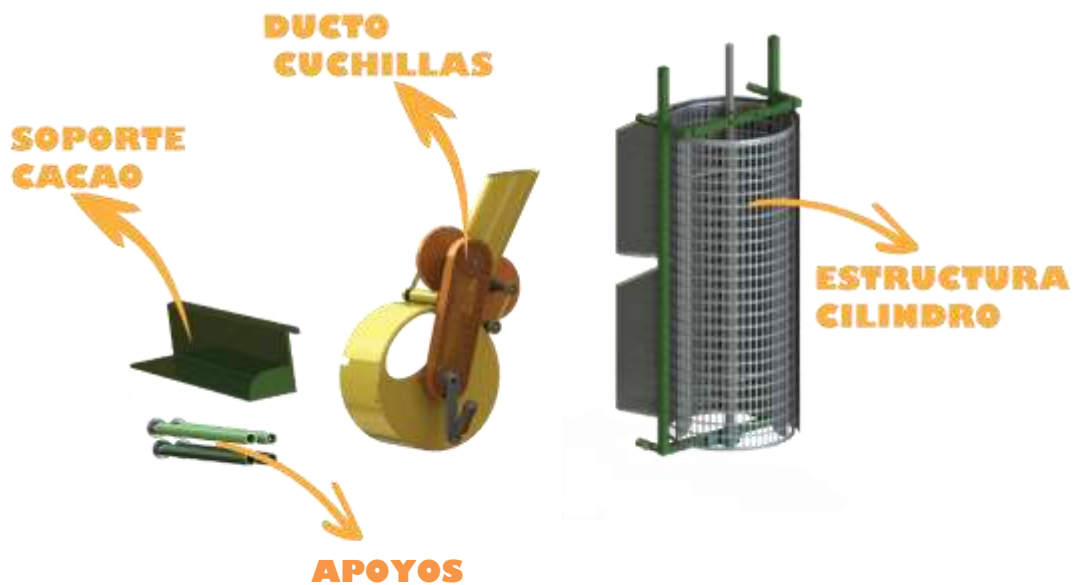
Con el desarrollo del prototipo digital se pudo definir diferentes características de la herramienta que ayudan en la interacción con el usuario, en esta precisamos la seguridad. Se identificó que los usuarios tenían alto riesgo a sufrir heridas en sus manos por tener contacto directo con el fruto y las cuchillas, esto quedará limitado ya que el prototipo aísla las cuchillas de corte y también cuenta con un cubrecadena para evitar que el usuario sufra accidentes con esta.

Los apoyos cuentan con niveladores que permiten graduar la altura dependiendo de las condiciones del terreno donde se ubique la máquina, esto teniendo en cuenta que la propuesta está diseñada para ser transportada hasta el punto de acopio en el cultivo y en estos lugares el nivel del terreno varia. La herramienta debe tener una inclinación que permita la circulación de la cáscara al exterior luego de pasar por el cilindro tamizador. El proceso de desgrane es realizado por el cilindro que al girar desprende los granos de cacao y, gracias a la inclinación que tiene, dirige la cáscara hacia la parte exterior cayendo al suelo.



*Figura 80.* Prototipo digital en contexto.

El prototipo está diseñado para ser transportado hasta el cultivo o puntos de recolección, donde las mazorcas de cacao son apiladas durante 2 días para luego extraerles el grano. En este lugar el agricultor debe identificar un espacio propicio junto al cúmulo donde pueda ensamblar cada una de las partes de la herramienta.



*Figura 81.* Partes desmontables que componen la propuesta.

#### **4.5.2 Portabilidad.**

Las partes que componen el diseño son desmontables y pueden ser transportadas en unos morrales en la espalda de los operarios. Dos personas son las encargadas de manipularla, de igual forma se necesita esta cantidad de trabajadores para transportarla, ya que cada parte tiene un peso aproximado de 25kg. Las piezas se ajustan con tirantas y luego el operario las carga hasta el punto de acopio en el cultivo.



Figura 82. Transporte de componentes.

Otra opción es si el agricultor posee un animal de carga, este puede transportar la herramienta en el lomo de animal brindando mayor comodidad para los operarios, estos se encargarían de montar y ajustar la carga al animal y luego soltarla y armar la máquina en el sitio destinado. Es importante que al punto se lleven las llaves Bristol necesarias para ajustar los tornillos que unen los componentes.

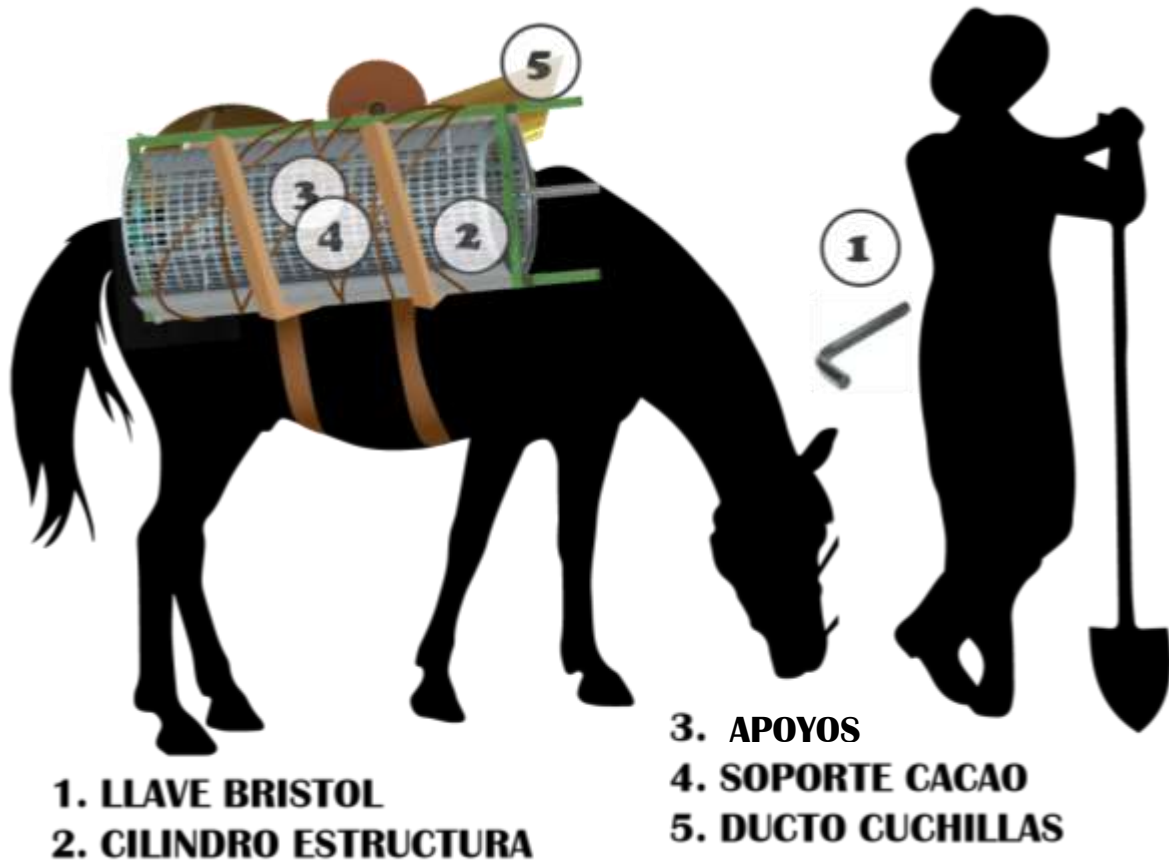


Figura 83. Partes acomodadas en un animal de carga.

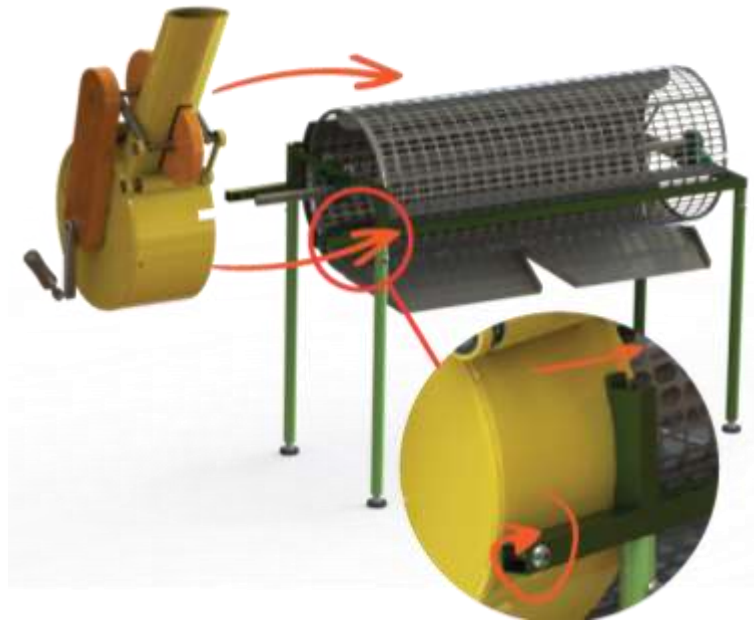
### 4.5.3 Proceso de ensamble del prototipo.

El prototipo cuenta con 4 partes que se ensamblan para poner en funcionamiento todo el conjunto. Los operarios deben identificar un lugar que sea más o menos plano y donde la tierra esté firme, luego pueden proceder a hacer el montaje de los apoyos, que cuentan con un orificio en su parte superior junto al cual hay un tornillo Bristol. La estructura soporte se encaja en cada una de las patas y luego es sujeta girando el tornillo para asegurarlas y que queden firmes.



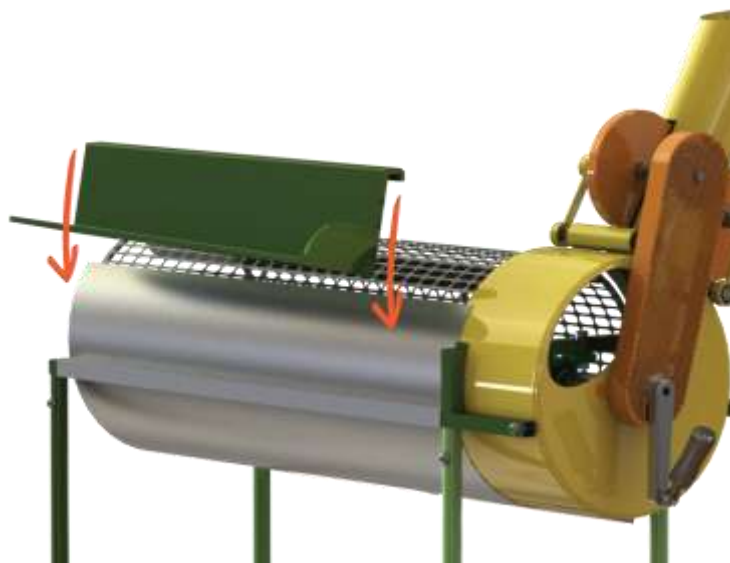
Figura 84. Ilustración de ensamble de las patas con la estructura.

Una vez esten ensamblados y asegurados los apoyos se puede proceder con el montaje de la pieza que conforma el ducto y las cuchillas, esta se ubica frente al eje en donde debe asegurarse encajando la pieza en las ranuras y asegurandola con los tornillos Bristol que se encuentran a los costados y luego ajustando el eje al pedal, para esto se debe ingresar la mano en el orificio ovalado que permite el acceso al tornillo de ajuste.



*Figura 85.* Ilustración del ensamble del ducto cuchillas a la estructura.

Para finalizar el ensamble, se engancha el soporte para el cacao, sobre la cubierta del cilindro, que es donde uno de los operarios pondrá las mazorcas para que queden al alcance del otro operario que está impulsando la manivela.



*Figura 86.* Vista del ensamble del soporte cacao.

#### 4.5.4 Funcionamiento.

La herramienta requiere de dos operarios para su correcto funcionamiento, uno encargado de ubicar los sacos en las bandejas de salida del grano, de las cascara que son expulsadas y de ubicar las mazorcas en el soporte para que sean accesibles. El otro operario es el encargado de accionar la manivela, tomar el fruto y empujarlo por el ducto para que la energía que le aplica haga el resto.

La mazorca de cacao desciende a través del ducto donde se encuentra con las cuchillas que giran por la acción de la manivela, estas cortan en dos mitades la cáscara, sin provocar daño en el grano. Los resortes permiten que el movimiento producido por las cuchillas al cortar sea retornado a su estado normal. Seguidamente, el fruto desciende al cilindro que en encuentra girando y golpea las cáscaras hasta desprender los granos que son tamizados por los orificios del cilindro y descienden a la bandeja para luego ser almacenados en sacos o costales.



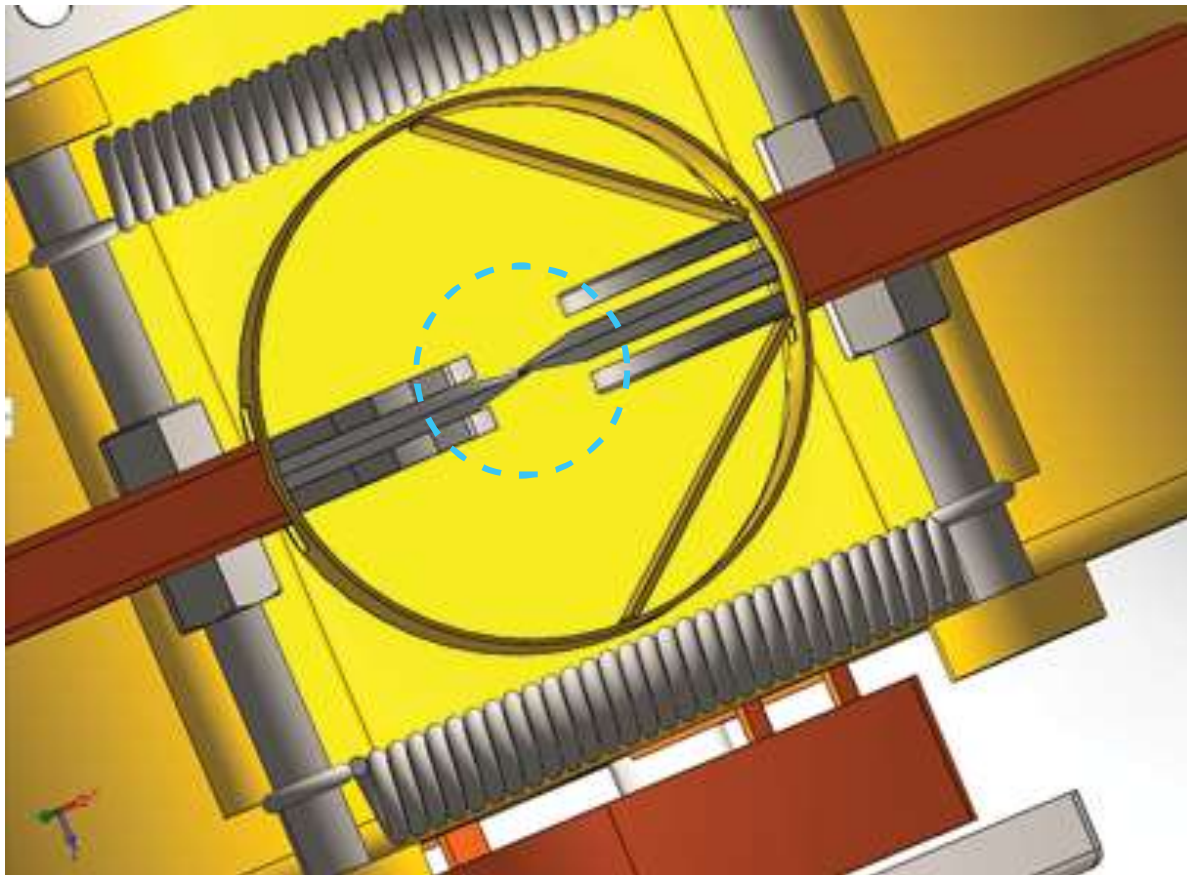
Figura 87. Ilustración del operario y la máquina en uso.



Figura 88. Descripción del ingreso salida del cacao.

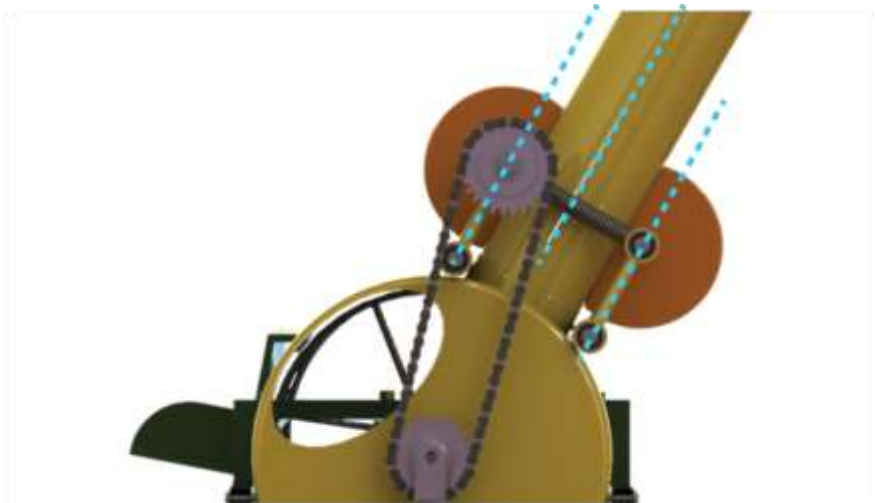
#### 4.6 Comprobación del funcionamiento de la herramienta

Para comprobar el funcionamiento de la herramienta se realizaron pruebas con 20 mazorcas de cacao que variaban en su peso y color. Durante las pruebas, en primeros frutos se presentó la dificultad que las cuchillas no penetraban lo suficiente para romper las cáscaras, esto sucedía en los extremos de las mazorcas, logró se identificar que se debía a que el modelo de pruebas no tenía alineadas las cuchillas de forma que estas estuvieran lo más cercanas posible para que de esta manera todo el fruto fuese cortado.



*Figura 89.* Vista de la alineación de las cuchillas.

Al identificar y corregir este error se continuaron las pruebas, donde el corte mejoró significativamente, aunque se necesita demasiada fuerza para abrir la mazorca. Esto percance se debía las cuchillas no estaban alineadas con el eje del ducto de forma paralela, esto hacía que la fuerza se redujera por el ángulo que presentaban, se hizo la corrección pertinente.



*Figura 90.* Ilustración de alineación de cuchillas con el eje del ducto.

Luego de realizar estas correcciones al modelo, se logró abrir la mazorca de cacao en dos mitades que luego descendieron hasta el cilindro en donde la fuerza de giro y los golpes con la malla lograron soltar todos los granos de cacao y expulsar la cacota. Con esto comprobamos que nuestra propuesta era funcional y permitía hacer el corte de la mazorca de cacao.



*Figura 91.* Mazorca de cacao abierta por la herramienta.

En la visita de campo se observó el tiempo requerido para abrir y desgranar las mazorcas de cacao, un agricultor logra abrir 12 mazorcas en un minuto y para desgranar las mismas requiere de aproximadamente cinco minutos con 31 segundos lo cual me da un total de seis minutos con 30 segundos. En las pruebas hechas con el modelo fabricado, se calculó que el usuario requería de 28 seg para abrir y desgranar una mazorca, y para 12 mazorcas se requieren de cinco minutos con 30 segundos. Lo cual permite notar que la herramienta ahorra tiempo, además de que unifica las etapas de corte-desgrane, y reduce el riesgo de sufrir lesiones en la realización del proceso.



*Figura 92.* Prueba del proceso en la herramienta diseñada.



*Figura 93.* Prueba del proceso en la herramienta diseñada.

**4.7 Planos generales de la herramienta**

A continuación, se presentan algunos planos generales de la herramienta que brinda información sobre las dimensiones y los materiales en los que debe fabricarse.

# Elemento	Nombre material	Descripción	Cantidad
1	Lamina perforada acero inox. AISI 304. 0.8mm	125.66 * 100 cilindro 40cm Ø	1
2	Platina de acero inox. AISI 304. 2mm	125.66 * 3 aros de 40.1cm Ø y 39.9cm	8
3	Varilla acero Inoxidable - AISI 304L	12,7 mm Ø * 17.6	6
5	Lamina de acero inox. AISI 304. 2mm	100 * 5	3
6	Tornillos bristol sin cabeza rosca fina	1/2 pulg.	4

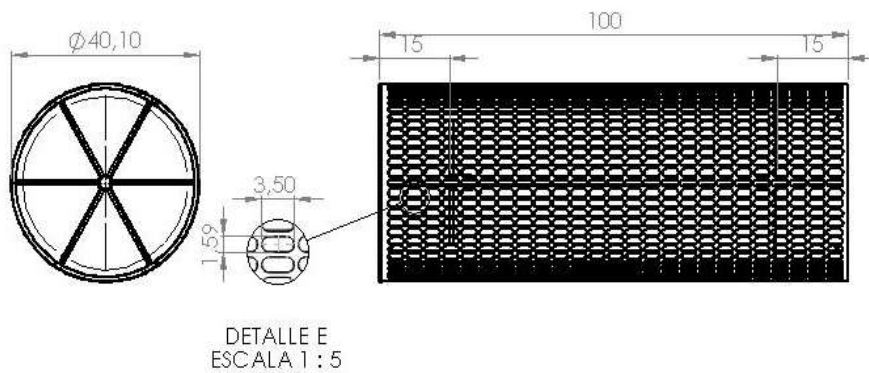
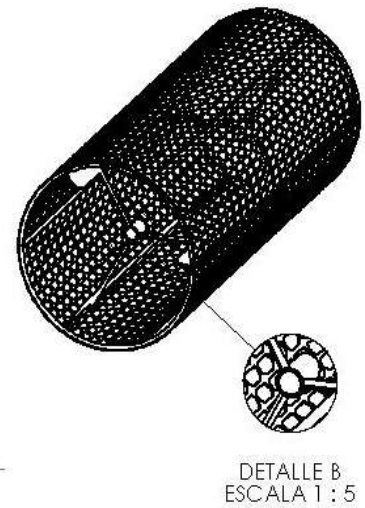


Figura 94. Plano cilindro tamizador.

# Elemento	Nombre material	Descripción	Cantidad
1	tubo cuadrado LAC ASTM 500 de 1 pulg	500 cm espeso de 2 mm	1
2	chumacera para eje de 1 pulg	rodamiento 7904c	2
3	tubo LAC ASTM 500	1 pulg * 50cm	1
5	tonillo hex.	de 2 pulgadas	4
6	tornillos bristol sin cabeza rosca fina	1/2 pulg.	6

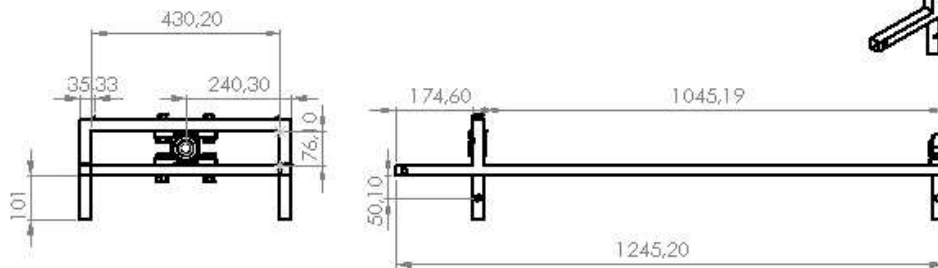
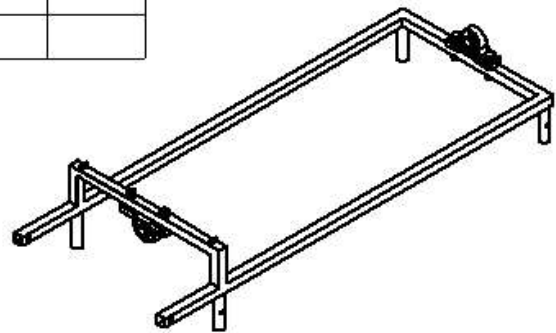


Figura 95. Plano estructura.

# Elemento	Nombre material	Descripción	Cantidad
1	lamina de acero LAC ASTM 500 calibre 16	500 cm espeso de 2 mm	1
2	tubo LAC ASTM 500 calibre 12	rodamiento 7904c	2
3	tubo LAC ASTM 500	1 pulg *50cm	1
5	tonillo hex.	de 2 pulgadas	4
6	Tornillos bristol sin cabeza rosca fina	1/2 pulg.	6

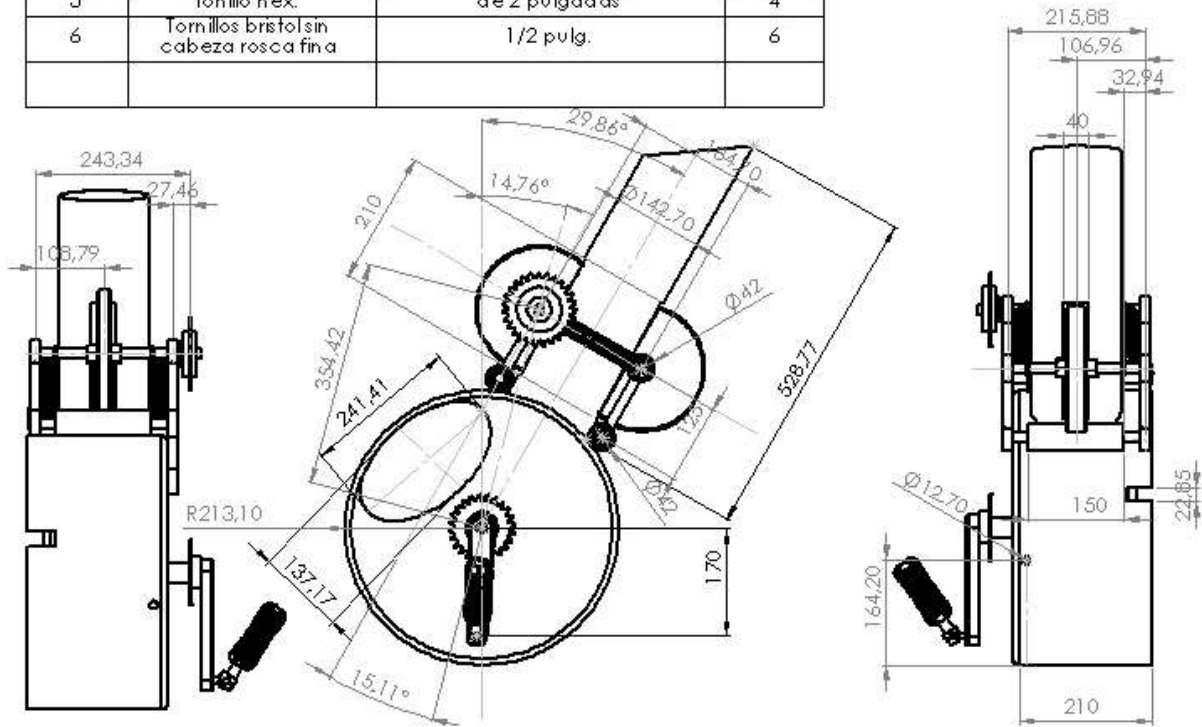


Figura 96. Plano ducto cuchilla.

## 5. Conclusiones

Al concluir el proceso de diseño y finalizar la fabricación del modelo de prueba y prototipo digital, se obtuvieron resultados muy favorables que dan cumplimiento a los objetivos planteados en la primera parte del proyecto. También, se tuvo bastante precaución para estar sincronizado con la respuesta a la pregunta de diseño estipulada, así que muchos de los detalles en el diseño y en el funcionamiento de la herramienta están encaminadas a responder el planteamiento de cómo disminuir el riesgo de cortes y heridas en las etapas de corte y desgrane del cacao, para que esto se cumpliera y se disminuyera el riesgo, la herramienta se dotó de cubrecadena, cubre cuchillas, un cilindro tamizador con el propósito de que el usuario no tenga contacto directo con estos elementos, por ende el riesgo de sufrir alguna herida queda reducido al mínimo.

También hay que recordar que el modelo funcional no se fabricó con los materiales planteados (acero inoxidable) debido a su elevado costo; por esta razón, se utilizaron materiales más económicos lo cual no impidió que se pudiera probar su funcionamiento; por el contrario, se observó una mayor ventaja en el trabajo de la herramienta comparado con el método tradicional.

Y para finalizar, al mejorar un proceso que ayuda a que los agricultores colombianos mejoren su calidad de vida y trabajo con una herramienta diseñada especialmente para sus necesidades, además lleve algo de innovación y modernidad a los campos de Colombia, se aporta a la sociedad y se busca dignificar la labor del campo considerado motor de empleo y desarrollo del país.

### Referencias Bibliográficas

- Aceros Arequipa. (2018, abril 25). Catálogo de productos y servicios. *Tubos y varillas*, (p.13).
- Cacaomovil.com. (19 de octubre de 2017). *Selección de sitios para la producción del cacao en un sistema agroforestal*. Obtenido de cacaomovil.com:  
<http://cacaomovil.com/guia/2/contenido/seleccion-de-sitios-produccion/>
- Colmenares, G. (1980). *Historia social*. Bogotá: La Carreta.
- Comersa trading. (12 de 10 de 2016). *Youtube*. Obtenido de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Pmk90Bgja1w>
- CONOBIO (1 de 11 de 2016). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Obtenido de:  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf)
- Dalvi, J. (12 de 10 de 2016). *Youtube*. Obtenido de  
[https://www.youtube.com/watch?v=hmtX1R\\_yKjU](https://www.youtube.com/watch?v=hmtX1R_yKjU)
- Eppinger., K. T. (2013). Diseño y desarrollo de productos. (Ed) K. T. Eppinger., *Diseño y Desarrollo de Productos*. (pp. 143-161). México, D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Federación Nacional de Cacaoteros. (26 de 10 de 2016). *Federación Nacional de Cacaoteros*. Obtenido de <http://www.fedecacao.com.co/site/index.php/1pro-programas>.

Federación Nacional de Cacaoteros. (12 de 10 de 2016). Cacao Colombiano se abre camino en el mundo. *Colombia Cacaotera*, p. 2.

Federación Nacional de Cacaoteros. (26 de 10 de 2016). *Federación Nacional de Cacaoteros*.  
Obtenido de <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-02-12-17-20-59/internacionales>

González de la Vara, M. (1992). *Historia del chocolate en México*. México: Maas.

Hamrock, B; Jacobsob, B & Schmidt, S. (1999) *Elementos de Máquina*. México. MacGraw Hill.

Lindorf, I. R. (1971). *Desarrollo y Anatomía del Fruto y de la Semilla de Theobroma Cacao*.  
*Fundación Instituto Botánico de Venezuela (FIBV)*, 291-265.

Linnaei, C. (1753). *Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, sinonimis selectis, nosis natalibus secundum systema sexuale digestas*. Estocolmo, Suecia: Laurentii Salvii.

Intermec S.A. (s. f.). *La transmisión de potencia por cadena de rodillos: Un compendio de información técnica y práctica*. (p. 54).

Macorexport del Ecuador c.a. (15 de 11 de 2016). *Youtube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=0pkWrLWkXRA&t=2s>.

Máquina. (2017) *Spanish Oxford Living Dictionaries*. Consultado en 05 de junio de 2018, de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/maquina>

Motion & Control NSK: Rodamientos. (2016, Febrero 25), (pp, B-51 B-53)

Rosero, A. & Toapanta, R. (2008). *Diseño de una Máquina Separadora de la Semilla del*

*Cacao* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

Sophie Coe, M. D. (1999). *La verdadera historia del chocolate*. México: Fondo de Cultura Económica.

The Amazing Garden. (15 de 11 de 2016). *YouTube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=g22nkaq6pk8&list=PLPbHnyJMqf1PUme7o19rtvYxUrsWtfT96&index=9>.

Vanguardia Liberal. (15 de 11 de 2015). *vanguardia.com*. Obtenido de <http://www.vanguardia.com/economia/nacional/297657-se-oscorece-panorama-del-cacao-por-caida-de-su-valor>.

## Anexos

### Anexo A. Encuestas elaboradas en la salida de campo a 10 agricultores.

---

#### Encuesta

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizando un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre: \_\_\_\_\_ tel.: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?
2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?
3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?
4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?
5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?
6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?
7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

Respuestas:

### Encuesta

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizando un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre:  tel.:

Edad:  Ocupación:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

De pronto una maquinaria, que uno ojale le echara los bultos y saliera des granadito.

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

Debería ser un guante bien adecuado para este oficio.

### Encuesta

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizando un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre: Omar Osvaldo Salamanca Pérez tel.: 3123203358

Edad: 24 Ocupación: Técnico de investigación en

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

Lo hago en picos de cosecha para sacar muestras de producción en mi trabajo. mas no lo hago como rutina de campo en mi finca.

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

La caporita, la canastica, el saquito y unas mallas, porque determinamos mazorcas en promedio para sacar un kilo. Y una palita por si hay granos apestados.

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

Por cultura, por tradición, y porque no hay alguna otra técnica para hacer esto.

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

Queme corte que se me dañen la uñas, los mosquitos, picaduras de animales, que el cacao este apestado.

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

Cuando el cacao esta apestado se soluciona con la palita, y los guantes para que las uñas no se dañen son guantes de caucho la idea es cubrir los dedos para que no se dañen los dedos.

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

Nada la forma manual.

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

Que existiera una maquina o herramienta para hacer ese trabajo es algo que la industria le debe ya aportar al cacao cultor.

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

Que fuera practico, que fuera eficiente, que protegiera los granos, que me rindiera hacer esa labor que lo pudiera llevar al lote y que sirva. Evitar quemame corte y quemame dañe las uñas.

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizado un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre:    
 tel.: \_\_\_\_\_  
 Edad:  Ocupación:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

Cada mes

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

Una macheta para picar y la “majoña” (canasta) y las manos

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

Por qué no hay otra herramienta y que herramienta se puede utilizar si lo mejor son las manos y por qué no conocemos otras cosas.

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

El cansancio de estar sentado, cuando el cacao esta duro o dañado los dedos se le dañan a uno, por falta de práctica según el cuidado de uno se puede cortar

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

Tener cuidado y para que los dedos no se le dañen a uno se usa una palita o una cuchara o un cuchillito que no corte tanto.

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

Ninguno solo las manos

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

No no hemos pensado otra solución, solo la palita esa para el cacao apestado

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

Lo importante es que sea barata porque uno va desengruyar un poco de cacao y le sacan lo que vale el cacao con la herramienta entonces no sirve

#### Encuesta

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizando un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre:  tel.:

Edad:  Ocupación:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

Cada 30 días y la temporada de abril y mayo y la otra es de noviembre v diciembre.

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

Una canastilla, una palita para soltar la pepa cuando está pegada y la cadara.

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

Porque se busca la forma que rinda más y por esta razón se hace de forma manual. Y como hay que quitar la vena es más favorable con las manos.

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

Sele rompen las uñas

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

Como ahora usan guantes lo solucionan con guantes, pero yo no uso guantes.

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

Solamente las manos y la canasta donde se va echar el cacao

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

Si la hay que rinda, y como nunca se ha utilizado eso es mejor, porque acá en san Vicente como nunca se a utilizado eso, pero si lo hubiera no será malo para gente que está en el campo.

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

Lo importante es que de rinde, que sea mejor hacerlos así porque también en la picada del cacao el peligro que tiene uno ahí de cortarse.

#### Encuesta

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizando un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre:  tel.:

Edad:  Ocupación:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

En temporada se hace todos los días y la temporada puede durar dos meses, porque uno no solamente labora en la finca de uno sino también en la finca de los vecinos.

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

Siempre han utilizado las manos.

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

Así se puede conservar mejor el grano así no se estropea el producto y además usan un pala para separar los granos y no perder

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

La dificultad está en que la mazorca tenga enfermedades, estas le quitan a uno mucho tiempo ya que la mazorca se deforma y se presenta dificultad para sacar el grano

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

Buscarla forma de que el cacao no se enferme tanto, lo otro sería un sistema sencillo y no industrializado para que se le facilite al campesino

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

Nunca he visto ninguna herramienta de este tipo solo he visto que la gente hace Palas con hueso o para desgranar el cacao que presenta dificultades o enfermedades

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

No, no hemos pensado otra solución, solo la palita esa para el cacao apestado

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

Un sistema manual muy de una sola persona, un producto que ayudara abrir la mazorca de una forma más fácil.

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizado un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre:   tel.:

Edad:  Ocupación:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

Por ahí cada 20 días o cada mes

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

Las canastas y la macheta y unas placitas que uno hacen de hueso o de palo lo que salga.

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

Las palas se usan para “desenbolar” cuando el cacao esta apeestado y no hay otra forma porque si no lo hago con eso se iode uno las uñas,

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

La peste, la mazorcas que sirve y o tras no.

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

La apeestado siempre sucede y no ha habido otra forma de soltar el grano

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

No, lo he visto

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

Pues buscarla forma que no deje sin empleo a la gente.

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

se pueda portar, que sea la liviana.

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizado un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre:  tel.:

Edad:  Ocupación:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

Dos veces al mes.

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

La macheta, la canasta, los sacos, y las manos.

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

Porque es más fácil, no se puede usar una macheta grande porque tengo más riesgo de cortarme y se puede dañar más el cacao.

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

Se dañan las manos cuando no se utiliza guantes, y las enfermedades.

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

Dejar las mazorcas dañadas aparte y lo bueno tratar de escogerlas un poco para que rinda más, las dañadas se pican aparte por que se echa más tiempo. separar

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

Solamente se utiliza la macheta, y una pala o cuchar para extraer las pepas.

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

Lago que fuer amas rápido, reducir el tiempo que fuer amas fácil.

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

Que yo llegara y cogiera como con un prensa y que no tuviera que desengrudar que de una hiciera los dos procesos. Y que fuera portátil.

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizado un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre:   tel.: \_\_\_\_\_

Edad:  Ocupación:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

Todos los meses y en temporada todos los días

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

La capora, la canasta y los dedos.

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

Porque es la única forma de hacerlo

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

La peste, la mazorcas que sirve y o tras no.

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

Pues nosotros lo solucionamos con guantes para no dañarnos las uñas y los sancudos llevando ropa bien cubierta

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

Ninguno

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

Con un aparato que le permita a uno sacarla pepa cuando esta dura y que rinda

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

Que sea práctico y fácil de transportar para llevarlo al cacotal

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizado un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Enrique prieto

3118177492

Nombre: \_\_\_\_\_ tel.: \_\_\_\_\_

Edad:  Ocupación: 

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?

El estudiante de diseño industrial Diego Centeno en la asignatura Diseño VII: producto, se encuentra realizado un estudio de las necesidades del cliente en el desarrollo de un producto.

El producto que se pretende diseñar.

Con el desarrollo de esta encuesta se desea obtener información que permita identificar las necesidades de usuario.

Nombre:  tel.:

Edad:  Ocupación:

1. ¿Con qué frecuencia usted desgrana Cacao?

2. ¿Qué utiliza para desgranar Cacao?

3. ¿Por qué eligió esto para desgranar el Cacao?

4. ¿Qué dificultades presenta usted al desgranar el cacao?

5. ¿Cómo soluciona usted estas dificultades?

6. ¿Qué productos conoce que sirvan para desgranar Cacao?

7. ¿Cómo mejoraría usted la forma de desgranar Cacao?

8. Si hubiera un producto nuevo para desgranar el cacao, ¿qué le gustaría que tuviera o cómo le gustaría que fuera?