

SISTEMA DE SIEMBRA Y COSECHA DE SEMILLAS DE CHÍA EN EL VALLE
DEL CAUCA

JUAN CARLOS GIRALDO CAJIAO
11205040

Universidad Icesi
Facultad de Ingeniería
Programa de Diseño Industrial
Santiago de Cali
2015

SISTEMA DE SIEMBRA Y COSECHA DE SEMILLAS DE CHÍA EN EL VALLE
DEL CAUCA

JUAN CARLOS GIRALDO CAJIAO

Proyecto de grado

Tutor: Hugo Arango
Diseñador Industrial

Universidad Icesi
Facultad de Ingeniería
Programa de Diseño Industrial
Santiago de Cali
2015

Índice

ÍNDICE	3
LISTA DE TABLAS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
LISTA DE ILUSTRACIONES	6
LISTA DE ANEXOS	7
GLOSARIO Y ABREVIACIONES	1
ABSTRACT	1
RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	4
FICHA TÉCNICA	4
PROBLEMA	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
<i>ENUNCIADO DEL PROBLEMA</i>	6
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	6
HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	7
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVOS	7
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
VIABILIDAD	8
VIABILIDAD	8
LUGAR O ESPACIO	8
TIEMPO.....	9
FINANCIACIÓN	9
METODOLOGÍA	9
MARCO TEÓRICO	9
CAPÍTULO 1: SEMILLAS DE CHÍA	10
1.1 HISTORIA DE LA CHÍA.....	10
1.1.2 EL ANTIGUO Y NUEVO SUPER ALIMENTO	10
1.2 MORFOLOGÍA Y PROPIEDADES DE LAS SEMILLAS	11
1.3 MERCADO Y PRODUCCION DE CHÍA.....	11
CAPÍTULO 2: SALVIA HISPÁNICA L.	11

2.1 MORFOLOGÍA Y PROPIEDADES DE LA PLANTA	11
2.2 AMBIENTES EN LOS QUE SE DA	12
CAPÍTULO 3: EL CULTIVO	12
3.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO	12
3.2 MÉTODOS DE SIEMBRA.....	12
3.2.1 EL VOLEO	13
3.2.2 EL ESPEQUE.....	13
3.2.3 EL CHORRILLO	13
3.2.4 SURCOS.....	14
3.2.5 SIEMBRA MECANIZADA.....	14
3.3 LA COSECHA	14
3.3.1 COSECHA MECANIZADA.....	15
3.3.2 RENDIMIENTO DE LA COSECHA	15
3.4 CLASIFICACIÓN DE LAS SEMILLAS	15
3.4.1 EXTRACCIÓN DE LAS SEMILLAS.....	15
3.4.2 LIMPIEZA DE LAS SEMILLAS.....	15
3.4.3 CLASIFICACIÓN MECANIZADA.....	16
CAPÍTULO 4: EL VALLE DEL CAUCA	16
4.1 PROPIEDADES NATURALES.....	16
4.2 VENTAJAS REGIONALES	17
4.3 AGRICULTURA EN EL VALLE DEL CAUCA	17
CAPÍTULO 5: PEQUEÑOS AGRICULTORES	17
5.1 AGRICULTORES EN COLOMBIA	17
5.1.1 MINIFUNDIO/MICROFUNDIO.....	17
5.1.2 PEQUEÑO PRODUCTOR/AGRICULTOR.....	17
5.2 POSIBILIDAD DE NEGOCIO	17
CAPÍTULO 6: ERGONOMÍA EN LA AGRICULTURA.....	18
6.1 CONDICIONES DE TRABAJO	18
6.2 PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS	18
<u>TRABAJO DE CAMPO Y RESULTADOS.....</u>	<u>19</u>
<u>DISCUSIÓN Y MARCO CONCEPTUAL</u>	<u>21</u>
HIPÓTESIS DE DISEÑO.....	22
PROMESA DE VALOR	22
DETERMINANTES	22
REQUERIMIENTOS Y PRINCIPIOS.....	22
PRINCIPIOS DE DISEÑO	22
REQUERIMIENTOS DE USO.....	23
REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN.....	23
REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES	23
REQUERIMIENTOS TÉCNICO-PRODUCTIVOS	24
REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS O DE MERCADO	24
REQUERIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN.....	24
REQUERIMIENTOS LEGALES	24
CONCEPTO	24
PROCESO DE PROPUESTA.....	25
PROPUESTA.....	25

ASPECTOS DE MERCADO Y MODELO DE NEGOCIO	26
ASPECTOS DE FACTORES HUMANOS	29
ASPECTOS PRODUCTIVOS.....	35
ASPECTOS DE COSTOS.....	40
ASPECTOS DE IMPACTO (PESTA)	41
<u>CONCLUSIONES.....</u>	43
<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	44
<u>ANEXOS/APÉNDICES.....</u>	45
ANEXO 1. BOM.....	45
ANEXO 2. COSTOS	49
ANEXO 3. PLANOS	50

LISTA DE ILUSTRACIONES

- Fig 1.** Semillas de Chía. Fuente (<http://www.perunatura.com/chia.html>)
- Fig 2.** Semillas de Chía empacadas. Fuente (Kuxtal, 2015)
- Fig. 3:** Espiga de chía. (Ginebra, Valle del Cauca).
- Fig 4.** Cultivo de Chía (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)
- Fig 5.** Siembra al Voleo. Fuente:(<https://elmilenio.info/2016/03/10/con-sabor-organico/siembra-a-voleo/>)
- Fig 6.** Siembra por Espeque. Fuente:(<http://www.nacion.com/nacional/servicios-publicos/Adelantan-siembra->
- Fig 7.** Terreno surcado (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)
- Fig 8.** Cosechadora. Fuente (Siembra y Cosecha TV, 2013)
- Fig 10.** Limpieza. Fuente (Miranda, 2015)
- Fig 11.** Clasificadora. Fuente (Siembra y Cosecha, 2013)
- Fig 12.** Espacios adecuados de alcance. Fuente (NIOSH, 2002)
- Fig 13.** Terreno de prueba. (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)
- Fig 14.** Cultivo de Chía, surcado. Fuente (Carlos H. Giraldo, 2015)
- Fig 15.** Dosificador de 4 tubos. (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)
- Fig 16.** Sembrando con dosificador de un tubo (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)
- Fig. 17** Primer propuesta de diseño.
- Fig. 18:** Segunda propuesta del sembrador.
- Fig. 19:** Tercera propuesta de sembrador y cosechador.
- Fig. 20:** Propuesta anterior a la definitiva.
- Fig. 21:** **Vista general del dosificador.**
- Fig. 22:** **Vista general del cortador.**
- Fig. 23:** Dimensiones de la mano. Fuente: Dimensiones antropométricas de la población Latinoamericana (Ávila, R. Prado, L.R., González, E.L. (2007))
- Fig. 24:** Herramientas accionadas por pulgar y dedos. Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- Fig. 25:** **Mangos de agarre y manipulación del dosificador.**
- Fig. 26:** Dimensión desde los nudillos hasta el codo (#15) Fuente: Dimensiones antropométricas de la población Latinoamericana (Ávila, R. Prado, L.R., González, E.L. (2007)).
- Fig. 27:** Modo de agarre del mango del cortador.
- Fig. 28:** Diferenciación de material en puntos de agarre.
- Fig. 29:** Desarme de dosificador y cortador.
- Fig. 30:** Relación sembrador-usuario.
- Fig. 31:** Combinación de Niveles de Riesgo. Fuente: Método OWAS..
- Fig. 32:** Posición de corte con cortador.
- Fig. 33:** Diferenciación de switches y displays. Fuente: Ergonomic checklist for agricultura (2014)
- Fig. 34:** Displays de uso del sembrador.
- Fig. 35:** Displays del tubo contenedor (sembrador).
- Fig. 36:** Displays de uso del cortador.
- Fig. 37:** Vista rápida del despiece del Dosificador.
- Fig. 38:** Ensamble de piezas para tubos.
- Fig. 39:** Amarre de alambre a gatillo.
- Fig. 40:** Ajuste de tubos y gatillo.
- Fig. 41:** Inserto de mango secundario y rosca de boquilla.
- Fig. 42:** Ensamble de piezas para tubos.
- Fig. 43:** Vista básica de despiece del cortador.
- Fig. 44:** Ensamble de carcasas estructura de mango de agarre.
- Fig. 45:** Ensamble por tornillos de la cuchilla al cuello de extensión.
- Fig. 46:** Ensamble de estructura del mango con cuello de extensión.
- Fig. 47:** Matriz general de costos.
- Fig. 48:** Rueda Estratégica del Ecodiseño

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: B.O.M – MUHU

Anexo 2: Tabla de Costos – MUHU

Anexo 3: Planos de Detalle - MUHU

GLOSARIO Y ABREVIACIONES

UAF: Unidad Agrícola Familiar.

UPA: Unidad de Producción Agrícola

Has: Hectares

ABSTRACT

Purpose:

The following work consist in the first stage of the project research for the Industrial Design Thesis at Icesi University, it aims to analyze the processes of planting and harvesting chia seeds from today and thus achieve integration of this corp into the agricultural production in Valle del Cauca by small farmers in the area as an alternative method of generating better income.

Methodology:

To carry out the investigation, it is taken as a starting point the collection of relevant data and information on the subject, being a little explored corp in the country references of the main food producing countries such as Argentina, Bolivia, Mexico and Australia are taken to learn more about the processes and disadvantages heretofore encountered can get more on the experimental research method, by which the developer of the research comes into direct contact with the farming process, with availability of land located in Ginebra, Valle del Cauca, intended for corp test is achieved interact with each procedure and identify needs and problems theoretically they could not be found.

Results:

In the first instance, it is achieved identifying the Chia seeds as a product in great demand worldwide thanks to its nutritional and medicinal properties, with higher content of Omega-3 between the (higher salmon) plant kingdom, composed of proteins, minerals and antioxidants to the human body; Because of this, the trend in the market for health foods in search of a healthier and longer life, is a trigger for global production of these seeds, in Colombia there this market, but there is not enough domestic supply to allow supply it, so the motivations by Valle del Cauca department to farmers in the area to explore new crops with export capacity and local consumption is discovered. Regarding culture, the lack of tools and specialized or designed for this type of plant and machinery is evident seeds, cultivation processes performing small farmers in Latin America are still handmade and using basic tools prevents effective crop yield; the seeds are of small size (less than sesame), which makes handling, besides containing a soluble substance that is activated by moisture is not appropriate to touch with bare hand at planting (problem identified with those craft) processes; inefficiency in the harvest process, the required number of workers and the labor time it takes to process evidenced are other factors that influence the identification of needs and problems of current methods by which this particular crop.

Practical Implications:

Weather conditions providing the outdoors and outdoors, anthropometric and ergonomic conditions required by the agricultural work, the behavior of the Colombian crop land, lack of updated tools and methods, affordability and investment opportunities, are major factors constituents determinants for the project focused on small farmers.

Originality / value of research:

The planting and harvesting system provides the possibility of a crop of chia manually without lush agro machinery, or investment; facilitates handling of microseeds, doses the amount of seed needed to sow and when this same process speeds; reduces the need for external workers for harvesting, reduced labor time for this process and allows the optimal delivery of plants or ears for later threshing and sorting seeds.

Keywords: Planting, harvest, chia seeds, industrial design, small farmer.

RESUMEN

Propósito:

El siguiente trabajo consiste en la recopilación de investigación, procesos y desarrollo de diseño del Proyecto de Grado del programa Diseño Industrial de la Universidad Icesi, tiene como propósito el análisis de los procesos de siembra y cosecha de semillas de chíá en la actualidad y de esta manera lograr integrar este cultivo en la producción agrícola del Valle del Cauca por parte de pequeños agricultores de la zona como método alternativo de generación de mejores ingresos económicos.

Metodología:

Para la realización de la investigación, se toma como punto de partida la recolección de datos e información pertinente acerca del tema, al ser un cultivo poco explorado en el país se toman referencias de los principales países productores del alimento como Argentina, Bolivia, México y Australia, al saber más acerca de los procesos y sus inconvenientes hasta ahora encontrados se puede entrar más en materia con el método investigativo experimental, por el cual el desarrollador de la investigación entra en contacto directo con el proceso de cultivo, con disponibilidad de un terreno ubicado en Ginebra, Valle del Cauca, destinado para realizar un cultivo de prueba se logra interactuar con cada procedimiento e identificar necesidades y problemas que de manera teórica no podrían encontrarse.

Resultados:

En primera instancia, se logra identificar a las semillas de Chíá como un producto muy demandado a nivel mundial gracias a sus propiedades nutricionales y medicinales, con el mayor contenido de Omega-3 entre el reino vegetal (mayor al salmón), compuestas por proteínas, minerales y antioxidantes esenciales para el cuerpo humano; debido a lo anterior, la tendencia en el mercado de los productos alimenticios saludables en búsqueda de una vida más sana y duradera, es un detonante para la producción mundial de estas semillas, en Colombia existe este mercado, pero no hay suficiente oferta interna que permita suplirlo, de esta manera se descubre las motivaciones por parte del departamento vallecaucano hacia agricultores de la zona para explorar nuevos cultivos con capacidad de exportación y consumo local. Respecto al cultivo, se evidencia la falta de herramientas y maquinaria especializada o diseñada para este tipo de planta y semillas, los procesos de cultivo que realizan pequeños agricultores de países latinoamericanos siguen siendo artesanales y el uso de herramientas básicas impide un rendimiento eficaz del cultivo; las semillas son de un tamaño diminuto (menor al ajonjolí), lo que dificulta su manipulación, además de que contienen una sustancia soluble que se activa con la humedad no es pertinente tocarlas con la mano limpia al momento de sembrar (problema que se identifica con aquellos procesos artesanales); en la cosecha se evidencia la ineficiencia del proceso, la cantidad de trabajadores requeridos y el tiempo laboral

que toma el procedimiento son otros factores que influyen en la identificación de necesidades y problemas de los métodos actuales con los que se realiza este cultivo.

Implicaciones prácticas:

Las condiciones climáticas que prestan el aire libre y la intemperie, condiciones antropométricas y ergonómicas que exige la labor agronómica, el comportamiento del cultivo en terreno colombiano, la falta de herramientas y métodos actualizados, la asequibilidad económica y posibilidades de inversión, son factores principales constituyentes de los determinantes para la realización del proyecto enfocado en pequeños agricultores.

Originalidad y valor de la investigación:

El sistema de siembra y cosecha brinda la posibilidad de realizar un cultivo de chíá de manera manual sin necesidad de maquinaria agroindustrial ni de inversiones exuberantes; facilita la manipulación de las microsemillas, dosifica la cantidad de semillas necesarias a la hora de sembrar y agiliza este mismo proceso; reduce la necesidad de trabajadores externos para la cosecha, reduce el tiempo laboral para este proceso y permite la entrega óptima de las plantas o espigas para su posterior trillaje y clasificación de semillas.

Palabras claves: Siembra, cosecha, diseño industrial, semillas de chíá, pequeño agricultor.

INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento se presentan las etapas de investigación y desarrollo del Proyecto de Grado de Diseño Industrial en torno a las necesidades de pequeños y medianos agricultores de semillas de chía. Se inicia con la parte investigativa de la que se desprende el planteamiento del problema, el contexto, el usuario, los determinantes y requerimientos para luego demostrar el proceso de diseño y desarrollo del proyecto hasta su etapa de fabricación y uso; el documento demuestra la función y resultados del sistema que optimiza los procesos siembra y cosecha.

FICHA TÉCNICA

Problema

Planteamiento del problema

Antecedentes

La Chía (*Salvia Hispánica L.*) ha sido cultivada desde tiempos precolombinos, sus semillas (partes comestibles de la planta) hacían parte de la dieta básica de las civilizaciones pertenecientes a este tiempo, usadas también con propósitos medicinales, artísticos y religiosos (Cahill, 2003) su presencia se vio afectada debido a los esfuerzos de conquistadores españoles para erradicar por completo este cultivo y ser reemplazado por otros originarios del viejo mundo (Ayerza, 2006). Por casi 500 años la demanda de Chía fue muy baja, por lo que agricultores no lograban vender su producción.

Llegando a 1965 la venta de estas semillas se presentaba en tiendas naturistas de California y Arizona; a finales de 1980 surgió un producto llamado “Chía Pets” que fue comercializado en Estados Unidos generando un incremento en la demanda de las semillas (Ayerza, 2006). En la actualidad es considerada como un super alimento o alimento funcional debido a sus componentes nutricionales, rica en antioxidantes, Omega-3, proteínas, vitaminas y minerales, lo que ha permitido un crecimiento en la demanda, producción y comercialización de productos conformados por las semillas apuntando al mercado en crecimiento de los alimentos saludables y orgánicos. (New Corps, 2006).

Al ser una planta que crece en suelos tropicales o subtropicales, aventaja países latinoamericanos y asiáticos en la producción de este cultivo, desde hace 10 años, países como Australia, Argentina (siendo el mayor productor) México y Bolivia, han adaptado este cultivo para su producción industrial (Lamas, 2013). El Valle del Cauca es el lugar adecuado para la producción de estas semillas, pues su tierra de gran calidad y clima equilibrado, con zonas planas y facilita la explotación agrícola; además, se buscan pequeños y medianos agricultores que puedan vincularse a la producción de productos destinados a exportación por parte de la Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle (Alba, 2014).

Se han hecho avances tecnológicos para el manejo de este cultivo, adaptando maquinaria que ha sido diseñada para otros tipos de plantas haciendo pequeñas modificaciones y adecuándola al cultivo de chía; estos avances no se han visto presentes en el proceso de siembra de las semillas,

aquella maquinaria es utilizada para la cosecha de plantaciones en extensos terrenos en los que el trabajo manual se hace difícil.

Delimitación

El Valle de Cauca es considerado como una de las mejores tierras para producción agrícola en Colombia y Latinoamérica, gracias a su ubicación geográfica tiene grandes ventajas en relación a su posición estratégica comercial, con accesibilidad a un puerto marítimo que facilita el comercio internacional hacia el sur y norte de América, Asia y África. La principal actividad económica es la agricultura, sus tierras planas, de excelente calidad de suelo y clima permiten llevar a cabo acciones agrícolas con eficiencia obteniendo productos de calidad óptima. Cuenta con un total de 1.724.355 hectáreas de uso potencial, en las que 165.372 hectáreas (9.6%) son destinadas como tierras de cultivo (Plan de Desarrollo, Seguridad Alimentaria del Valle del Cauca, 2012-2015); dentro del catálogo de cultivos producidos en la zona se encuentran de tipo permanente¹, transitorio², hortalizas, frutales, raíces y tubérculos. En el 2013 se plantaron 299.126,4 hectáreas de cultivos permanentes, que incluyen cacao, caña de azúcar, café, y plátano; 16.318,0 de cultivos transitorios como el algodón, arroz, maíz, sorgo, soya y tabaco; 30.157,5 hectáreas de frutales, en las que el aguacate, cítricos, banano y vid (uva) tuvieron mayor terreno; se plantaron 2.891,6 hectáreas de hortalizas, la cebolla larga, el tomate y el cilantro componen la mayor parte de esta producción; 1.605,5 hectáreas de raíces y tubérculos, tales como la yuca, arracacha y papa china; las aromáticas, cimarrón, frijol y té hacen parte de la categoría de otros cultivos a los que les fueron destinados 392,4 hectáreas de superficie plantada (Secretaría de Agricultura y Pesca, Valle del Cauca, 2013).

La Chía es un cultivo transitorio, que requiere remover la planta del suelo en el periodo de cosecha para obtener las semillas que se encuentran dentro de sus espigas, y relacionado con lo anterior los cultivos transitorios ocupan el tercer lugar en cuanto a cantidad de territorio para siembra y cultivo en el Valle del Cauca, es un producto que puede entrar a esta categoría para ser producido en busca de una expansión de mercado; en vista de la tendencia moderna del consumo de productos alimenticios saludables y orgánicos, pequeños y medianos agricultores encuentran la posibilidad de cultivos alternativos caracterizados por no usar fertilizantes artificiales, sin residuos tóxicos y mejora de fertilidad de los suelos, aparte de ser una posibilidad de negocio en el futuro debido a la creciente demanda mundial de este tipo de productos; en el Valle del Cauca se reportaron 9.216 hectáreas para la producción de alimentos orgánicos dentro de un total de 49.089 hectáreas en Colombia (Cámara de Comercio de Cali, 2012) lo que abre puertas a la idea de implementar el cultivo de chía en la zona, pues se ve presente la demanda por nuevos productos saludables, específicamente en Cali, municipio capital, en el que las expectativas de una vida saludable por la manera de alimentarse juegan un papel importante en el crecimiento económico de la ciudad.

Actualmente se usan métodos de siembra tradicionales que no han sido adaptados para este tipo de cultivo; por espeque, de manera directa, la semilla se deposita en el suelo sin ningún tipo de labranza previa (surcado, fumigación, entre otros), lo que impide tener una organización que permita realizar procesos consecuentes a la siembra de manera eficiente, como abonada y cosecha; el voleo es un método similar al anterior, por este, las semillas son esparcidas manualmente en toda la extensión del terreno de manera aleatoria, esto es igual de problemático al momento de realizar los procesos posteriores (Miranda, 2012). Un método de siembra más apropiado es por surco o chorrillo, con el que se arman canales en la tierra de manera lineal ya sea manualmente con azadón o con ayuda de maquinaria pequeña como tractores sencillos, ante esto, las plantas germinan de forma más organizada, en hileras a lo largo del terreno lo que facilita los demás procesos, especialmente el momento de cosecha. En países en los que se da la producción de este cultivo de

¹ Son cultivos caracterizados por ser sembrados o plantados una sola vez, tienen duración de más de una temporada de cosecha.

² Son aquellos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, después de cosechar se debe plantar de nuevo para obtener una nueva cosecha.

manera industrial, se ha adaptado maquinaria agrícola de otros tipos de cultivo a este específicamente, como trilladoras de cereales, sin embargo estas máquinas no brindan un aprovechamiento óptimo de semilla, si pierden muchas al momento de siembra y cosecha.

La cosecha manual es donde se encuentran problemas más significativos en el proceso de cultivo, a los 3 o 5 meses de haber sido sembrado el terreno, las plantas han germinado y demuestran un estado de madurez debido al color castaño que presentan; este proceso se puede realizar de dos maneras, una es cortando las espigas (donde se encuentran las semillas) directamente de la planta y el otro es cortando la planta directamente del suelo. Para la cosecha por corte de espigas se requiere de 5 trabajadores que cubren un terreno no mayor a una plaza cortando las espigas con machete o tijeras de jardinería y luego depositándolas en un costal que lleva el trabajador, este método se lleva a cabo durante 4 días de labor. Cosechar cortando las plantas desde el tallo requiere de 3 trabajadores, que logran recoger 1 plaza de terreno durante 7 días; con machete, el trabajador corta el tallo a unos 8 cm del suelo, esto obliga al trabajador a agacharse para alcanzar tal medida, acción que puede perjudicar su salud; luego de realizar el corte, las plantas son esparcidas sobre una manta plástica que es transportada cada vez que se avanza en la cosecha del terreno. En parcelas pequeñas, de alrededor de 10 a 15 hectáreas, con métodos de cultivo manuales se puede llegar a obtener 800 kg por hectárea de semilla ya cosechada y clasificada, mientras que en cultivos de 40.000 hectáreas se logran entre 400 y 500 kg por hectárea (Chediack, 2014).

Es por lo anterior que la investigación para el proyecto se enfoca en los métodos de siembra y cosecha de este cultivo, centrándose en suelos vallecaucanos fomentando la producción y comercialización de chía, involucrando de manera directa a pequeños agricultores en el desarrollo del proyecto.

Consecuencias

Los métodos de siembra implementados actualmente no son tan apropiados para este tipo de semilla, al ser una labor manual se dificulta la manipulación de estas, tienen un sustancia soluble lo que genera gelatinización al momento de entrar en contacto con humedad, por lo tanto sembrar directamente con la mano puede generar grandes pérdidas. Las personas que cultivan manualmente sin ayuda de maquinaria pueden verse afectadas en salud, dolores en las piernas, espalda y brazos, además del tiempo de trabajo para sembrar entre 1 y 2 hectáreas puede tardar hasta un día entero. En la cosecha también se ven estos factores perjudiciales para el trabajador y el agricultor, las condiciones ergonómicas que exige generan desgaste y posibles atentados a la salud, toma un tiempo extenso provocando agotamiento para el trabajador e inversiones económicas desfavorables para el agricultor. Estos métodos dificultan cultivar de una manera eficiente, hay carencia de nuevos procesos y elementos que presten ayuda al agricultor en este tipo de cultivo.

Enunciado del problema

Carencia de un elemento agrícola que brinde ayuda a pequeños agricultores para la siembra y cosecha de semillas de Chía de manera manual asistida (mecánica o herramental) en el Valle del Cauca, el cual su diseño integre aspectos técnicos, agrícolas y ergonómicos que faciliten estos procesos.

Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las condiciones antropométricas y ergonómicas que se presentan al momento de siembra y cosecha?
- ¿Cuántas semillas se necesitan para la germinación de una sola planta?

- ¿Cuántas plantas se necesitan para obtener por lo menos 1 kg de semillas?
- ¿Cuál es la manera más adecuada de organización de las plantas para facilitar el proceso de cosecha?
- ¿Cuántas plantas puede cosechar una persona en un día?
- ¿Cuál es la cantidad de semillas necesaria para obtener beneficios económicos significativos?
- ¿Qué tanto se conoce de este cultivo en el departamento?
- ¿Qué tan ventajoso es producir chía orgánica para su venta local?

Hipótesis de la investigación

- Un artefacto agrícola que se use de manera manual es una buena opción alternativa para pequeños agricultores con bajas posibilidades en inversión de maquinaria agrícola industrial.
- La chía es un cultivo alternativo que genera ingresos significativos y su producción en el Valle del Cauca tiene gran potencial.
- Los métodos actuales de siembra y cosecha manuales pueden ser modificados o complementados adaptándose a las tierras vallecaucanas.

Justificación

El proyecto pretende atender la carencia de un elemento manual que optimice los procesos de siembra y cosecha de semillas de chía adaptándose a las condiciones de pequeños y medianos agricultores. Además, busca fomentar la producción de chía en el Valle del Cauca, y posibilitar la entrada a un mercado vigente y en constante crecimiento de la vida saludable, alimentos sanos y orgánicos, algo que sucede en esta misma ciudad. Han surgido empresas enfocadas a la venta de productos derivados de la chía y envasado de las semillas que demuestran alta demanda que puede ser suplida por productores locales y disminuir la importación de las semillas al país, pues de acuerdo al Plan Departamental de Desarrollo del Valle del Cauca (2012-2015) se establecieron metas en el sector agricultor que apuntan a aumentar en un 10% (30.000 Has) el área cultivada de diversos productos, incrementar en 10% los ingresos de pequeños y medianos productores, y aumentar la inclusión un 30% de los microempresarios agropecuarios rurales a la cultura de emprendimiento; esto abre más las posibilidades de integrar el cultivo de chía dentro del catálogo del Valle habilitando diversidad en el mercado y generando nuevas competencias impulsando la economía local.

No solo en Cali y Colombia se vive esta tendencia por lo saludable, en el mundo entero se presenta un crecimiento constante en la demanda de este tipo de productos, según la Asociación de Comercio Orgánico, en 2011 se presentó un aumento de 12% respecto al año 2010 en la facturación comercial, que fue de 12.400 millones de dólares (Cámara de Comercio de Cali, 2012); países latinoamericanos han tomado ventaja y se han posicionado como productores principales, pero en Colombia es un tema poco explorado y es posible obtener respuestas positivas por parte del cultivo al ser producido en suelo vallecaucano, es un mercado crudo que puede influenciarse y explotarse.

Objetivos

Objetivo general

Diseño de un sistema de Siembra y cosecha de semillas de Chía de uso manual cumpliendo con requerimientos ergonómicos y económicos para el pequeño agricultor Vallecaucano.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema ergonómico y transportable manipulado por una sola persona que facilite el proceso de siembra y cosecha para evitar daños físicos posteriores en el agricultor.
- Maximizar en un 80% el uso de semillas en la etapa de siembra para evitar pérdidas en la cantidad de plantas a cultivar.
- Reducir el tiempo laboral requerido para el proceso de siembra por hectárea a no más de 2 días de largo para disminuir el agotamiento físico, agilizar el proceso y reducir costos.
- Diseñar un sistema manual de ayuda agrícola de manera tal que su producción pueda realizarse dentro del límite departamental.
- Modificar métodos de siembra para lograr un aprovechamiento óptimo del terreno a cultivar y obtener cantidades mayores a 800 kg de semilla por hectárea en la etapa de cosecha.
- Intervención en los métodos de cosecha para lograr una reducción del tiempo laboral y número de trabajadores requeridos para realizar este proceso.
- Diseñar un sistema que permita la entrega óptima de la materia prima (planta o espigas) para la posterior extracción de semillas y clasificación.

Viabilidad

Viabilidad

Es un tema que no ha sido muy explorado en territorio colombiano, sin embargo las investigaciones y datos que se presentan por parte de otros países latinoamericanos y asiáticos es vasta, se logra obtener mucha información sobre las cualidades nutricionales de las semillas, sus componentes químicos maneras de consumirlas; acerca del manejo del cultivo, se tratan aspectos específicos de cada país que incurren en los procesos de siembra y cosecha.

La información del proceso de cultivo en Colombia o el Valle del Cauca hasta el momento es muy poca, es por esta razón que el proyecto se llevara a cabo en paralelo con una investigación de métodos de siembra y cosecha en terreno vallecaucano, se tiene la posibilidad de interactuar con la tierra y el cultivo directamente para recibir información nueva sobre el comportamiento del cultivo en la zona y obtener resultados acerca de las posibles soluciones, gracias a un préstamo de media plaza en una finca en la que se cultiva chíá en Ginebra (Valle) se sembrará a partir de los métodos previamente analizados para así encontrar posibles inconvenientes y detalles que no se hayan previsto en investigaciones pasadas.

El proyecto requiere 12 meses para culminar su desarrollo, dentro de los que se designaran 3 meses para el análisis del cultivo en terreno vallecaucano, empezando por la siembra y llevando a cabo un seguimiento de las plantas hasta llegar al momento de cosecha; en caso tal de no tener el tiempo suficiente para analizar el proceso de cosecha, se cuenta con el cultivo proporcionado por Carlos H. Giraldo (Cultivador de Chíá, Ginebra, Valle del Cauca, 2015) que para finales de este semestre universitario se tendrán plantas listas para su cosecha y posterior clasificación de semilla.

Lugar o espacio

El proyecto se desarrolla en campos de cultivo de Chíá, lo que permite un contacto directo y real con el problema, facilitando la identificación de necesidades, planteamiento de objetivos y requerimientos.

Tiempo

El tiempo de desarrollo del proyecto es establecido de acuerdo al seguimiento del cronograma planteado por la universidad.

Financiación

Las necesidades financieras corren por cuenta del mismo diseñador.

Metodología

La investigación del proyecto se basa principalmente en la investigación experimental, debido a la falta de información y poco conocimiento que se encuentra disponible sobre los procesos de cultivo de chíá en Colombia y el Valle del Cauca, este tipo de proceso investigativo permite un acercamiento bastante profundo, se pueden obtener resultados verídicos provenientes del lugar en donde se espera plantar, se pueden modificar variables en la investigación dependiendo del tipo de datos que se necesita, por lo tanto este proceso de investigación facilita la obtención de información acerca del tema, pues se está trabajando en el lugar donde se piensa llevar a cabo la investigación, de esta manera los resultados que se presenten van a estar acorde con factores pertenecientes a la región y al agricultor. Además, tiene carácter de investigación aplicada pues se trata de un tema poco explorado, y la manera de aprenderlo es haciéndolo, sin embargo se ve apoyada por una investigación previa que se ha realizado sobre el manejo del cultivo de chíá en Argentina, Australia, México, Paraguay, Bolivia y Nicaragua, agregando la recopilación de datos estratégicos que tiene el Valle del Cauca para la producción de las semillas.

El proceso investigativo se lleva a cabo de la siguiente manera:

- *Estudio Descriptivo*: en esta etapa se realiza una recopilación de datos de lo que existe sobre el tema, buscando acercarse más a la situación por medio de entrevistas, visitas a cultivos, entre otros, generando un trabajo introductorio previo para adaptarse a la temática.
 - *Estudio Exploratorio*: consiste en realizar el proceso de siembra y cosecha por parte del investigador, permitiendo un contacto directo con la situación problema, de esta manera se puede descubrir y aprender más sobre el tema estando en la misma región.
 - *Estudio Experimental*: los datos recogidos por el exploratorio pasar a conformar el experimental, por el cual estos datos pueden usarse de la manera que el investigador crea más conveniente y así obtener nuevos resultados y datos que pueden ayudar a definir el proceso de ideación
-

MARCO TEÓRICO

Capítulo 1: Semillas de Chía

1.1 Historia de la Chía

En tiempos precolombinos, la chía era un cultivo muy importante para las civilizaciones de ese entonces, era cultivada en gran cantidad por los Aztecas, incluyendo las semillas en su dieta alimenticia, en medicina, arte e incluso como ofrendas en rituales religiosos paganos; además funcionaba como moneda y como impuesto a los pueblos sometidos por este imperio (Cahill, 2003). En la llegada y conquista de los españoles, la planta fue exterminada casi por completo, trataban de eliminar las creencias respecto a los poderes del alimento e inculcar su propia religión e implementar nuevos cultivos traídos del viejo mundo; sin embargo, la planta y sus semillas se mantuvieron presentes en algunos países latinoamericanos como Guatemala, el Salvador y Nicaragua. (Ayerza, 2006).



Fig 1. Semillas de Chía. Fuente (<http://www.perunatura.com/chia.html>)

1.1.2 El antiguo y nuevo Súper Alimento

Durante cerca de 500 años la planta se mantuvo casi inexistente en el mercado, pero llegando a 1965 se fueron reconociendo los potenciales nutritivos y medicinales de las semillas, de tal manera que en California y en Arizona (Estados Unidos) empieza la venta en tiendas naturistas; años después en 1980 ingresa al mercado estadounidense un producto llamado “Chia Pets”³, esto provocó un aumento de demanda a nivel mundial posicionando de nuevo la chía en el mercado (Ayerza, 2006).

³ Eran materas con forma de animales en las que se sembraban las semillas y al germinar daban la apariencia del pelaje de los animales representados. <http://inventors.about.com/library/inventors/blchia.htm>

En la actualidad es considerada como un “Súper Alimento”⁴ o alimento funcional debido a sus componentes nutricionales, rica en antioxidantes, Omega-3, proteínas, vitaminas y minerales, lo que ha permitido un crecimiento en la demanda, producción y comercialización de productos conformados por las semillas apuntando al mercado en crecimiento de los alimentos saludables y orgánicos. (New Corps, 2006).

1.2 Morfología y propiedades de las Semillas

Las semillas se caracterizan por su tamaño definidas como microsemillas, de forma ovalada con un ancho de 1,5 mm y 2 mm de largo (más pequeña que el ajonjolí), el color puede variar entre tonos de grises, marrón, crema, blanco y negro (Rovati, Escobar, Prado, 2012).

La chía es la mayor fuente vegetal de Omega-3, compuesto por un 64%, mayor al porcentaje del salmón y otros peces que tienen un 30%; además tiene un nivel muy bajo de grasas saturadas de un 9%. (semillasdechia.com, 2015).

1.3 Mercado y Producción de Chía

Desde hace 10 años países como Australia, Argentina (siendo el mayor productor), México y Bolivia, han desarrollado una red de valor donde ofrecen semillas seleccionadas, aceite, harina, fibra y capsulas de aceite de chía, presentando un nivel de ventas muy altas en Estados Unidos, Europa, Latinoamérica y Japón (Lamas, 2013).

En años anteriores en los que la chía apenas se posicionaba, podía ser vendida por un precios entre los \$7.000 y \$12.000 dólares estadounidenses, pero con el reciente aumento en su demanda, su producción llegó a un punto en el que era mucha oferta, generando un declive hasta de \$1.000 y \$800 dólares por tonelada (LaUltimaHora, 2014).



Fig 2. Semillas de Chía empacadas. Fuente (Kuxtal, 2015)

Capítulo 2: Salvia Hispánica L.

2.1 Morfología y propiedades de la planta

⁴ Es un concepto utilizado para referirse a alimentos que proporcionan nutrientes que al ser ingeridos pueden prevenir enfermedades y envejecimiento (EUFIC, 2012).

Salvia Hispánica L. es el nombre científico que se le da a la planta de donde provienen las semillas de chía, es una planta herbácea perteneciente a la familia Lamiaceas que son aquellas que contienen aceites esenciales, pueden llegar a una altura ente 1,5m y 2m, su tallo es cuadrangular, de hojas verde oscuro y con flores de color purpura, azul y blanco.



Fig. 3: Espiga de chía. (Ginebra, Valle del Cauca).

2.2 Ambientes en los que se da

La Chía crece en condiciones tropicales y sub-tropicales y no es resistente a las heladas; necesita de suelo húmedo para germinar, pero una vez se hayan establecido las plántulas tiene un buen comportamiento con cantidades limitadas de agua; en suelos arenosos-limosos son donde se presentan cultivos con mejores resultados (Coates y Ayerza, 1996).

Capítulo 3: El Cultivo

3.1 Generalidades del Cultivo

El cultivo de chía es transitorio⁵, lo que quiere decir que la cosecha se debe realizar retirando las plantas de la tierra para volver a sembrar luego; soporta la acidez y la sequía pero no resiste heladas, requiere preferiblemente suelos con buen drenaje de agua, abundante luz solar y poca sombra, en pisos térmicos desde los 800 msnm hasta los 2.600 msnm con temperaturas no mayores a los 33°C (Vargas, 2014).



Fig 4. Cultivo de Chía (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)

3.2 Métodos de Siembra

⁵ Son aquellos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, después de cosechar se debe plantar de nuevo para obtener una nueva cosecha.

En pequeñas parcelas de cultivo se utilizan métodos manuales tradicionales de siembra directa⁶, como el voleo, espeque y chorrillo; se pueden realizar sin labranza previa del suelo pero estos métodos traen consigo problemas que dificultan procesos posteriores a la siembra.

3.2.1 El Voleo

Este método se realiza sin labranza previa del suelo, consiste en caminar a lo largo del terreno con una pequeña bolsa en la que se tienen las semillas, se toman con la mano y se esparcen aleatoriamente sobre la superficie; para un cultivo de 1 plaza (0.7 hectáreas) por este método se requiere 6 libras de semilla y 5 trabajadores que buscan generar 40 plantas por metro cuadrado. Este método presenta buenos rendimientos con una obtención de 680 kilogramos de semilla cosechada, sin embargo al no tener una organización de las plantas dificulta procesos posteriores a la siembra, como abonada, fumigada y cosecha (Miranda, 2012).



Fig 5. Siembra al Voleo. Fuente:(<https://elmilenio.info/2016/03/10/con-sabor-organico/siembra-a-voleo/>)

3.2.2 El Espeque

Este método puede funcionar con o sin labranza previa, en el caso de hacerlo, se puede realizar con rastrillada del suelo para facilitar su manejo y poder construir surcos; el espeque es un palo de madera con una punta metálica en forma de pala, con la que se camina a lo largo de los surcos abriendo pequeños orificios en los que se depositan alrededor de 15 semillas y luego se tapan con la misma tierra removida, se toma en cuenta una distancia entre orificios de 50 cm. Para realizar la siembra de esta manera en una hectárea se necesitan 4 libras de semilla, 5 trabajadores y se pueden obtener 800 kg aproximadamente; este método facilita la cosecha, el riego y demás procesos posteriores a la siembra (Miranda, 2012).



Fig 6. Siembra por Espeque. Fuente:(http://www.nacion.com/nacional/servicios-publicos/Adelantan-siembra-frijol-temor-sequia_0_1387861214.html)

3.2.3 El Chorrillo

Al igual que el espeque, se puede realizar con labranza previa por la construcción de surcos, por los que se va caminando a lo largo mientras se depositan las semillas que vienen en un recipiente (botella o bolsa plástica) que tiene pequeños agujeros por los que salen las semillas. Resulta con una

⁶ En este tipo de siembra, la semilla es depositada directamente en la tierra; la indirecta se realiza sembrando plántulas previamente germinadas que luego son plantadas en el terreno a sembrar.

organización de las plantas un poco moderada que facilita el proceso de cosecha debido a su organización lineal.

3.2.4 Surcos

Los surcos no son un método de siembra como tal, es un sistema que les puede ser implementado, consiste en formar zanjas con una separación de 80cm entre las partes más altas de los surcos que tienen un ancho también de 80cm, el largo de estos es definido por el tamaño del terreno y el agricultor. Este sistema permite un buen drenaje de agua, además facilita el riego, abonada y fumigada debido a la separación que hay entre plantas y los espacios entre surcos que se pueden recorrer.



Fig 7. Terreno surcado (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)

3.2.5 Siembra Mecanizada

Debido a la falta de maquinaria especializada en éste tipo de cultivo, los agricultores han adaptado maquinas sembradoras de cereales para lograr la siembra de chíá en grandes extensiones de terreno; con partes reemplazadas adecuadas para el tamaño de las semillas (placa para chíá⁷), se realiza la siembra directa de tal manera que para completar 1 hectárea sembrada se requiere de 4,5 a 5 kg de semilla (Chediak, 2014).

3.3 La Cosecha

La cosecha se realiza entre los 3 a 5 meses después de la siembra, un indicador de esto es cuando entre el 60% y el 80% de las plantas se tornan a un color amarillento demostrando el estado de madurez. Se puede realizar de dos formas, cortando las espigas de las plantas o cortando toda la planta; el primer método consiste en cortar las espigas (en donde se encuentran las semillas) con un machete y luego son depositadas en un costal que lleva el trabajador, al llenarse las espigas se esparcen sobre una manta de plástico que sirve como zona de secado y protección de lluvias, por medio de este método, en terrenos no mayores a 1 plaza se requiere de 5 trabajadores que laboran durante 4 días (Miranda,2015).

El otro método consiste en cortar las plantas desde el inicio del tallo con machete, esto obliga al trabajador a agacharse para lograr un corte exacto y no dejar muchos residuos en el suelo (quedan en la tierra y luego se biodegradan), mientras se hace el recorrido a lo largo del campo, se lleva una manta plástica en la que se van esparciendo las plantas luego de ser cortadas; para este, 3 trabajadores logran cosechar 1 plaza en 7 días (entrevista personal con Carlos H. Giraldo, cultivador de chíá en Ginebra, Valle del Cauca, 18 Sep 2015).

⁷ Las placas de las sembradoras son las piezas dosificadoras de semillas adaptadas a los diferentes tamaños de la semilla a sembrar.

3.3.1 Cosecha Mecanizada

Al igual que la maquinaria sembradora, las cosechadoras industriales son modificadas para cumplir con la recolección de las semillas; estas máquinas realizan la labor de trillado y desgrane de las plantas, el inconveniente que trae el uso de esta maquinaria es la pérdida de semilla que se presenta al ser tan pequeña y la suciedad y basuras con las que sale la recolección.



Fig 8. Cosechadora. Fuente (Siembra y Cosecha TV, 2013)

3.3.2 Rendimiento de la Cosecha

En parcelas pequeñas, de alrededor de 10 a 15 hectáreas, con métodos de cultivo manuales se puede llegar a obtener 800 kg por hectárea de semilla ya cosechada y clasificada, mientras que en cultivos de 40.000 hectáreas se logran entre 400 y 500 kg por hectárea (Chediack, 2014).

3.4 Clasificación de las semillas

Para la limpieza y posterior clasificación de las semillas existen métodos manuales y mecanizados, el uso de herramientas básicas como palos de madera, coladores y mantas plásticas son muy comunes en la clasificación de pequeñas producciones, maquinaria no especializada para la chía también es adaptada, tales como trilladoras de cereales. El orden de este proceso empieza con la extracción de las semillas desde las espigas para luego implementar la limpieza de estas.

3.4.1 Extracción de las semillas



Fig 9. Aporreo en carpa. Fuente (Miranda, 2015) (Miranda, 2015).

De manera manual, se utiliza un método llamado aporreo, que consiste en extender una manta plástica sobre el suelo en la que se ubican las espigas, luego con una vara de madera fibrosa se golpean las espigas hasta lograr la extracción de semillas, este proceso requiere de 3 trabajadores durante 8 días para aporrear 1 plaza equivalente a la cantidad de semilla. El uso de trilladoras de granos y cereales mecanizadas también se usa para la extracción, es un proceso más rápido pero menos asequible debido a su costo, además presenta mayores daños en la calidad de las semillas debido a la fricción generada durante el proceso que causa pérdida de color y quebraduras, incluyendo una pérdida del 20% de semilla

3.4.2 Limpieza de las semillas

Existen formas artesanales de limpieza que requieren mucho tiempo y mano de obra, la más común es el uso de cedazo o “colador” con los que se puede separar la semilla de otra materia orgánica proveniente de la planta o las espigas (Pandolfi, 2014). Otro método consiste en la limpieza por viento, para esto se utiliza un platón en el que vienen las semillas con impurezas y desde una altura determinada se dejan caer para que mientras están en el aire el viento proporcionado por un ventilador logra separar las semillas de las impurezas que van cayendo sobre un plástico extendido;

este proceso es muy tedioso y requiere 8 trabajadores durante 8 días que logran limpiar 800 kg obteniendo una pureza del 88% (Miranda, 2015).



Fig 10. Limpieza. Fuente (Miranda, 2015)

3.4.3 Clasificación mecanizada

Maquinaria de granos y cereales ha sido adaptada para la clasificación de semillas de chíá, estas máquinas pueden separar las semillas de las impurezas a través de un sistema de 3 coladores o pasos con diferentes tamaños de agujeros ordenados de tal manera que van separando las semillas de las impurezas dependiendo de las dimensiones de estas, hasta llegar a un punto en que solo pueden pasar las semillas por los agujeros con el tamaño de estas. Con este proceso se puede obtener una producción de 95% de pureza de semillas, y para esto debe realizarse en un momento en que no se presente humedad y tratar de que toda la superficie por donde pasen las semillas este totalmente seco (Ponce, 2013).



Fig 11. Clasificadora. Fuente (Siembra y Cosecha, 2013)

Capítulo 4: El Valle del Cauca

4.1 Propiedades Naturales

El Valle del Cauca cuenta con 3 elementos naturales muy importantes y representativos del departamento, el clima, suelo y agua; el clima está distribuido por 4 pisos térmicos, cálido con el 24% de extensión terrenal a una altura entre los 0 y 1000 msnm⁸ con temperatura de 24°C, el templado a alturas entre los 1.000 y 2.000 msnm cubriendo el 34% con temperaturas oscilantes entre 18°C y 24°C, frío a una altura entre los 2.000 y 3.000 msnm con una extensión del 14% y con temperaturas entre los 12°C y 8°C, finalmente el paramuno con una extensión del 5% a una altura mayor a los 3.000 msnm con temperaturas inferiores a 12°C; el suelo es distribuido por 3 zonas, la llanura del Pacífico que cuenta suelo arenoso, arcilloso y gravilla, las Cordilleras Occidental y Central que tienen un suelo de tipo arenisca conglomerática y por último la zona del Valle del Río Cauca el cual su suelo es arcilloso; el agua se distribuye por dos sistemas hidrográficos, el Océano Pacífico y el Río Cauca (Colombia, CONIF, 1998).

⁸ Denominación para Metros Sobre el Nivel del Mar.

4.2 Ventajas regionales

El Valle de Cauca es considerado como una de las mejores tierras para producción agrícola en Colombia y Latinoamérica, gracias a su ubicación geográfica tiene grandes ventajas en relación a su posición estratégica comercial, con accesibilidad a un puerto marítimo que facilita el comercio internacional hacia el sur y norte de América, Asia y África. La principal actividad económica es la agricultura, sus tierras planas, de excelente calidad de suelo y clima permiten llevar a cabo acciones agrícolas con eficiencia obteniendo productos de calidad óptima.

4.3 Agricultura en el Valle del Cauca

Cuenta con un total de 1.724.355 hectáreas de uso potencial, en las que 165.372 hectáreas (9.6%) son destinadas como tierras de cultivo (Plan de Desarrollo, Seguridad Alimentaria del Valle del Cauca, 2012-2015); dentro del catálogo de cultivos producidos en la zona se encuentran de tipo permanente¹, transitorio², hortalizas, frutales, raíces y tubérculos. En el 2013 se plantaron 299.126,4 hectáreas de cultivos permanentes, que incluyen cacao, caña de azúcar, café, y plátano; 16.318,0 de cultivos transitorios como el algodón, arroz, maíz, sorgo, soya y tabaco; 30.157,5 hectáreas de frutales, en las que el aguacate, cítricos, banano y vid (uva) tuvieron mayor terreno; se plantaron 2.891,6 hectáreas de hortalizas, la cebolla larga, el tomate y el cilantro componen la mayor parte de esta producción; 1.605,5 hectáreas de raíces y tubérculos, tales como la yuca, arracacha y papa china; las aromáticas, cimarrón, frijol y té hacen parte de la categoría de otros cultivos a los que les fueron destinados 392,4 hectáreas de superficie plantada (Secretaría de Agricultura y Pesca, Valle del Cauca, 2013).

Capítulo 5: Pequeños Agricultores

5.1 Agricultores en Colombia

Alrededor de 2,9 millones de personas están vinculadas al sector agrícola en Colombia, el 72% (2,2 millones) de estas son pequeños productores⁹ que cuentan con predios inferiores o al equivalente a 2 UAF¹⁰ (Unidad Agrícola Familiar), de esta manera también se puede clasificar al minifundio que cuenta con menos de media UAF, la pequeña propiedad entre media y dos UAF, la mediana propiedad entre 2 y 10 UAF y gran propiedad con más de 10 UAF (Perfetti, J. et al. 2013).

5.1.1 Minifundio / Microfundio

Como mencionado anteriormente, un minifundio se caracteriza por contar con menos de media UAF, que convirtiéndolo en medidas reales resultan entre 3 a 5 hectáreas; en Colombia se registran 2.596.247 predios, contando un total de 7.613.146 hectáreas (Perfetti, J. et al. 2013).

5.1.2 Pequeño productor / agricultor

Un pequeño productor es definido como aquel que emplea principalmente mano de obra familiar dentro de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) la cual su tamaño no requiere de trabajadores extras permanentes y es el lugar habitual de vivienda; la mayor parte de la producción de este tipo de productor es comercializada en mercados de consumo y transformación, lo restante de esta es para el autoconsumo; es un productor que tiene limitantes de tierra, capital, tecnología, comercialización y escala de producción; cuenta con un espacio entre media y dos UAF, correspondiente a 30 has máximo. En el país se registran 440.532 predios, 13.896.048 hectáreas en total de pequeñas propiedades (Perfetti, J. et al. 2013).

5.2 Posibilidad de negocio

El Valle del Cauca puede entrar a la producción de estas semillas, gracias a la tierra de gran calidad que tiene en zonas planas y montañosas para su explotación agrícola, además de que se están

⁹ La definición de este concepto puede variar, no es homogénea y se caracteriza por la producción agropecuaria, la vinculación en el mercado y las transformaciones del sector rural.

¹⁰ Definida por la Ley 160 de 1994 como "la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio".

buscando pequeños y medianos agricultores que puedan vincularse a la producción de productos con foco a la exportación por parte de la Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle (Alba, 2014).

Dentro del mercado caleño se han dado a conocer nuevos productos compuestos por semillas de chíá, panes, arepas y mecatos saludables hacen parte del auge aparte de ser vendida como suplemento nutricional en almacenes de cadena y tiendas naturistas; Kuxtal, empresa dedicada a la importación y comercialización de alimentos saludables, tiene dentro de su catálogo semillas de chíá, y de acuerdo con Carlos H. Giraldo, la empresa está en busca de proveedores locales; según el cultivador, una venta realizada a la comercializadora se dio por \$15.000 COP el kilogramo de semillas, con un total de \$12.000.000 COP, de un cultivo proveniente de 1 plaza de terreno y una recolecta de 800 kg.

Capítulo 6: Ergonomía en la Agricultura

6.1 Condiciones de trabajo

El empleo de múltiples tecnologías puede variar dependiendo de la categoría comercial que se trata, en casos de alto nivel comercial la maquinaria es el método principal, mientras que los métodos manuales se trabajan en pequeñas parcelas; los agricultores ejecutan varias tareas y con equipos inadecuados, es un trabajo realizado al aire libre en su mayoría; se usan herramientas básicas y por lo general son cortopunzantes, aparte de que existen grandes riesgos con maquinaria pesada, en especial con el tractor (España, UGT, 2006).

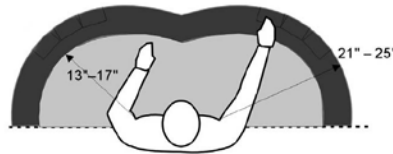


Fig 12. Espacios adecuados de alcance. Fuente (NIOSH, 2002)

6.2 Principales problemas ergonómicos

Aquí se presentan posturas forzadas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y sobreesfuerzos (España, UGT, 2006). En el trabajo agrícola, se presentan lesiones y dolores en la espalda, brazos y manos más que cualquier problema de salud en este sector, una tercera parte de lesiones que hacen faltar al trabajo son los esguinces y dislocaciones (hombros, brazos y manos) y una cuarta parte son lesiones dadas en la espalda, este tipo de problemas afectan el cuerpo del trabajador, los ingresos del mismo y las utilidades del agricultor (NIOSH, 2002).

Conclusiones del Marco Teórico

Las semillas de Chíá son un producto en creciente demanda a nivel mundial y nacional, su producción local es casi nula por lo que se presentan oportunidades para los pequeños agricultores del Valle del Cauca en el que las condiciones son óptimas para llevar a cabo este cultivo. La investigación e intervención desde el Diseño Industrial entra en los métodos de siembra y cosecha que donde se encuentran las mayores falencias, de tal manera que es posible crear un sistema que logre optimizar estos procesos; en el proceso de cosecha es donde hay menor eficiencia, ya que requiere largas jornadas de trabajo, mucha mano de obra para los espacios relativamente pequeños en los que se trabaja, se presentan grandes pérdidas de semilla y los involucrados, tanto trabajadores como agricultores, pueden sufrir lesiones corporales e incluso problemas económicos.

A través del diseño de un sistema especializado para este cultivo se pueden solucionar estos problemas, al mismo tiempo en que se busca una mejora de la eficiencia de la cosecha, implementando un nuevo método de siembra pensado para hacer más efectivo aquel proceso, incluyendo requerimientos y condiciones con los que cuentan los pequeños agricultores, como ergonomía, disponibilidad de terreno, recursos económicos, herramientas y maquinaria disponible y posibilidades de comercialización del producto final.

TRABAJO DE CAMPO Y RESULTADOS

Metodología aplicada

Para el trabajo de campo se han realizado 4 visitas a la finca Casa de Barro ubicada a 5 minutos de Ginebra, Valle del Cauca; manejada por Carlos H. Giraldo, agricultor quien actualmente cultiva chíá. El propósito de estas visitas, como se explica en la metodología de investigación que se lleva a cabo, es para hacer un reconocimiento del terreno, aprendizaje sobre los métodos de siembra de chíá que se realizan y de esta manera comenzar el proceso de cultivo para obtener nueva información acerca de los procesos y búsqueda de nuevas necesidades o problemas que antes no se habían podido encontrar. En cada visita se trató un tema diferente que brindan capacitación y preparación para realizar la siembra de 1 hectárea de prueba destinada al desarrollo de esta investigación, la idea es continuar los procesos requeridos desde la siembra hasta el momento de cosecha (a 3 meses de sembrado), en los que se incluyen preparación de terreno, fumigación de maleza, siembra, abonada, riego, posterior cosecha y entrega de plantas o espigas para la etapa final de extracción de semilla, limpieza y clasificación.



Fig 13. Terreno de prueba. (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)

En la primera visita se realiza una entrevista al agricultor acerca de su experiencia con el cultivo de chíá, cuenta que toma la decisión de sembrar este producto mientras buscaba una nueva forma de generar ingresos económicos, descubre que es una semilla muy demandada y su producción local es casi nula, o por lo menos no tiene conocimiento de otras personas en el Valle del Cauca que se dediquen a lo mismo; expresa que al principio fue complicado obtener información acerca del manejo del cultivo y como era su comportamiento en la zona.



Fig 14. Cultivo de Chíá, surcado. Fuente (Carlos H. Giraldo, 2015)

En la cuarta visita se logró realizar una siembra de prueba. Antes de empezar este proceso, Carlos muestra un aparato que fabricó para la primera siembra realizada a inicios de este año, consiste en un sistema dosificador de semillas y abono, conformado por 4 tubos de pvc, cada uno de estos tiene

un propósito diferente, el primero contiene las semillas, los otros 3 contienen diferentes abonos con presentación granulada, es decir pequeñas rocas que son regadas sobre el terreno sembrado; estos tubos están unidos y se accionan por un gatillo único, cada uno tiene una pequeña tapa al final que puede ser desconectada del gatillo para evitar que se abra si el agricultor lo desea; Carlos explica que este sistema dosificador le permitió ahorrar bastante la cantidad de semilla que principalmente creía necesario para el primer cultivo.



Fig 15. Dosificador de 4 tubos. (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)

Con base en ese sistema dosificador, se fabricó uno nuevo, esta vez no eran 4 tubos si no uno solo, por este solo se dosificaría las semillas y no se usaría el abono granulado, pues resulta más eficiente un abono líquido. Para empezar con la siembra se deposita un kilo de semilla dentro del tubo, ubicándose al inicio de un surco se empieza el recorrido a lo largo de este activando cada 15 centímetros aproximadamente el gatillo para que la tapa al final del tubo se accione y salgan las semillas, dependiendo del tiempo que se tenga oprimido el gatillo será equivalente a la cantidad de semillas que salen, es preferible oprimirlo el menor tiempo posible para que solo salgan unas 14 semillas, así, el rendimiento es mayor; este proceso se repite hasta que las semillas dentro del tubo se agoten para recargar y continuar con el resto del terreno si aún no se ha cubierto por completo.



Fig 16. Sembrando con dosificador de un tubo (Ginebra, Valle del Cauca, 2015)

Resultados

Luego de realizar el trabajo de campo por medio de la metodología experimental descrita anteriormente, cabe resaltar algunos factores encontrados. Es clara la evidencia de la falta de herramientas pensadas para este tipo de cultivo y sobre todo para el tipo de semilla como es la de la chíá, esta necesidad se entiende por el intento del agricultor al fabricar un artefacto de ayuda para la siembra, construido con tubos de pvc, restos de otros objetos y “basura” como expresa Carlos, este objeto también permite una dosificación adecuada de semillas lo que le permite ahorrar y aumentar

el rendimiento, es una forma de adaptarse a este cultivo tan poco explorado en la zona. Es importante destacar el tipo de vestimenta que lleva el agricultor durante sus jornadas de trabajo, compuesto por una camisa de mangas largas, pantalones de jean, botas pantaneras y un sombrero para protegerse del sol, por lo anterior se entiende que la persona conoce acerca de la protección pertinente para el trabajo en el campo, factor en el que viene integrado el ambiente climático en el que labora y el tiempo que mantiene expuesto a la intemperie. Antes de empezar con la siembra de prueba, se hizo el proceso de fumigación para la limpieza de maleza y de esta manera tener un terreno limpio y listo para proseguir con la siembra, se utilizó una fumigadora de hombros de bombeo manual, un objeto que se lleva cargado en la espalda lo que permite una fácil movilización por el terreno y entre los surcos, resulta ser un método práctico y cómodo de llevar y manejar.

En una parte del terreno de prueba aún no habían germinado las plantas de maleza, es en este espacio donde se realiza una siembra de prueba para la demostración del funcionamiento del objeto dosificador que se construyó, debido a que se debe esperar unos días para que el veneno haga efecto sobre la maleza; cuando se empieza la siembra de prueba se descubre que caminar a través de los canales generados por los surcos es tarea difícil, no es un terreno estable y en caso de que se encuentre húmedo el barro dificulta la movilización; con la ayuda del objeto se logra cubrir el terreno disponible (alrededor de 1 plaza) en un tiempo entre 1 y 2 horas, fue rápido y eficiente pues los 2 kilos que logra contener el tubo del dosificador no se agotó por completo, lo que indica que el rendimiento de las semillas puede aumentar si se tiene un sistema de dosificación.

DISCUSIÓN Y MARCO CONCEPTUAL

Al reunir la información recolectada de manera teoría con la información experimental desde el trabajo de campo se logran identificar problemas que ambas investigaciones comparten, sin embargo a partir del trabajo de campo se descubren nuevas necesidades. Es evidente el conocimiento por parte del agricultor acerca de las posibilidades económicas que brinda este cultivo, así como en muchas fuentes bibliográficas invitan a trabajar con estas semillas el agricultor contactado entiende que en el país es poco lo que se sabe del tema, pero no es un impedimento para realizar la siembra, posterior cosecha y venta de las semillas recogidas, que en el caso de él para su primer cultivo fueron 800 kg con excelentes ganancias, un factor motivador para ser pionero del cultivo en el país, cosa que también pueden realizar más pequeños agricultores del departamento; de acuerdo a Carlos H. Giraldo, con base a un análisis de calidad que se le hizo a las semillas del primer cultivo, sus resultados fueron mayores a los esperados, corroborando las oportunidades y ventajas que presta el Valle del Cauca, su tierra, clima y agua permiten obtener cultivos de esta planta con semillas de gran calidad.

A pasar de que el agricultor con quien se está trabajando utiliza un método diferente de siembra, se logra identificar diferencias entre lo investigado teóricamente y lo experimental, de acuerdo a Miranda (2015), para realizar una siembra por voleo sobre 1 plaza de terreno se necesitan 6 libras de semilla y 5 trabajadores, para trabajar con espeque en este mismo espacio, requiere 4 libras de semilla y 5 trabajadores; entre ambos procesos se ve el cambio de la cantidad necesaria de semillas, con el espeque se reduce pues se logra dosificar un poco más en comparación con el voleo, sin embargo, el objeto construido por Carlos resulta ser más eficiente y rendidor, pues solo requirió una mano trabajando, 2 kilos de semillas y máximo 2 horas de labor.

Se evidencia la necesidad de herramientas desde ambos puntos de vista investigativos, está claro que en otros países se utilizan machetes, palos, mantas plásticas y demás elementos básicos al igual como lo hace el agricultor vallecaucano, sin embargo al ver que su intento por crear un objeto que le ayude a mejorar el rendimiento del cultivo es un indicador de la falta de herramientas o maquinaria pensadas para este plantío, es un factor en donde el diseño industrial juega un papel importante.

Hipótesis de diseño

Por medio de un sistema integrado de objetos de uso manual para la ayuda agrícola se logra facilitar los procesos de siembra y cosecha llevados a cabo para el cultivo de chía, teniendo en cuenta requerimientos antropométricos y ergonómicos generando un producto acorde a las necesidades del pequeño agricultor vallecaucano sin salirse de la asequibilidad económica del usuario.

Promesa de Valor

El sistema facilita la manipulación de las semillas, las dosifica al sembrar mejorando el rendimiento, reduce el tiempo y uso de trabajadores, optimiza la siembra y cosecha gracias a su facilidad de uso, ergonomía y portabilidad; además, permite la entrega óptima de las plantas o espigas para el posterior trillaje y clasificación de semillas al agilizar la recolección.

Determinantes

- El tamaño de las semillas es muy pequeño, siendo consideradas como micro semillas hace difícil su manipulación, además la sustancia soluble que suelta al entrar en contacto con humedad impide la óptima manipulación con las manos.
- La altura de las plantas al momento de ser cosechadas es muy elevada, esto dificulta el corte en el tallo y su posterior protección y trillada para extracción de semillas.
- Las espigas son las contenedoras de semillas, la delicadeza que obtienen al estar en estado de madurez dificulta la cosecha cuando se quiere retirar las espigas directamente, volviéndose aparatosa y lenta.
- El uso de herramientas es elemental, a pesar de ser básicas se utilizan para varios propósitos.
- La movilidad a través de los surcos se hace complicada debido al estrecho espacio que queda entre surco y surco.
- Las posibilidades económicas son reducidas y el contrato de trabajadores externos se dificulta.

Requerimientos y Principios

Principios de diseño

- Se deben garantizar condiciones ergonómicas adecuadas que eviten posiciones y acciones perjudicantes a la salud del usuario mientras se realizan los procesos de siembra y cosecha.
- Debe brindar ayuda para la manipulación de las semillas debido a su diminuto tamaño y sustancia soluble.

- El sistema debe ser fácil de entender a la hora de usarlo, de igual manera su uso no debería causar agotamiento proveniente de las acciones requeridas para el empleo del sistema.
- La tecnología, mecanismos y fabricación deben encontrarse dentro del límite departamental del Valle del Cauca.
- Los materiales y estética del producto deben ir acorde con temáticas agronómicas, relacionados con naturaleza y modernidad.
- El sistema debe ofrecer la posibilidad de intercambiar piezas, en caso de un daño o desgaste es posible reemplazar la parte por una nueva.
- El sistema tiene dos artefactos separados destinados para la siembra y la cosecha respectivamente, ambos deben estar relacionados por forma, estética y métodos de fabricación.

Requerimientos ergonómicos

- El peso del sistema no puede superar los 20 kilogramos, de tal manera que le sea fácil al usuario el transporte y movilización.
- Las acciones repetitivas que realice el usuario con el sistema no deben causar agotamiento ni generar desgaste en las articulaciones.
- El sistema debe evitar posiciones erróneas para el cuerpo humano.
- Las partes que se manipulan con la mano deben estar pensadas para un agarre y manipulación adecuada.
- El sistema puede adaptarse a las diferentes necesidades ergonómicas del usuario.

Requerimientos de uso

- El sistema debe ser de fácil movilización y transporte, es decir, durante el proceso de siembra o cosecha el usuario puede mover el sistema sin que sea aparatoso o agotador.
- No debe dificultar o impedir la movilidad del usuario, no puede estorbar el movimiento de piernas ni brazos.
- Los displays a utilizar deben ser de un claro entendimiento.
- Debe ser un sistema fácil de guardar en caso de que el usuario lo requiera.
- La limpieza debe ser práctica.

Requerimientos de función

- Debe facilitar la manipulación de las semillas y su adecuada dosificación sobre el terreno a sembrar para brindar mayores rendimientos.
- Agilizar el proceso de siembra evitando largas jornadas de trabajo que pueden causar daños a la salud del usuario.
- El sistema debe optimizar el tiempo requerido para realizar la cosecha, si no se reduce el tiempo entonces debe generar mejores resultados del proceso.
- Permitir la entrega de las plantas o espigas de manera óptima para su posterior trillada, limpieza y clasificación de semillas.

Requerimientos estructurales

- Los objetos integrantes del sistema cumplen funciones por separado para la siembra y la cosecha respectivamente.

- Debe permitir fácil ensamble y desensamble de piezas para ser reemplazadas en caso de daño o defectos.
- El sistema debe resistir las condiciones ambientales a las que será expuesto durante el proceso de cultivo.

Requerimientos técnico-productivos

- Los materiales requeridos para la fabricación del producto deben encontrarse dentro del territorio departamental del Valle del Cauca.
- Tratar de que su producción se realice en el mismo departamento, podría salirse de la zona si los precios logran reducirse.
- Las piezas deben ensamblarse fácilmente para agilizar el proceso de fabricación y brindar una ayuda en la construcción para los encargados de su fabricación.

Requerimientos económicos o de mercado

- El costo de venta del sistema para el usuario debe ir acorde con sus condiciones económicas de inversión.
- El precio de las piezas que se venden por separado no deberían superar al precio del sistema en conjunto.
- La venta del producto puede darse en países diferentes a Colombia.

Requerimientos de identificación

- Las formas que conforman el diseño del producto tienen base en la estética moderna, uso de ángulos definidos, minimalista y atractivo.
- Los colores pueden estar basados en los provenientes de la naturaleza o de la misma planta *Salvia Hispánica L.* y sus semillas.
- La estética del producto debe ir acorde con la que se maneja dentro del ámbito agrónomo, tomando como referencia otros objetos o sistemas destinados a este sector.
- Los materiales deben representar calidad, durabilidad y limpieza, de esta manera el producto puede generar mayor confianza al momento de ser usado.
- El producto debe ser bien visto en este país y en demás países productores de chía para facilitar su comercialización y exportación.

Requerimientos legales

- Debe proporcionar condiciones óptimas de trabajo de acuerdo a los estándares legales.
- Debe estar en un rango dentro de las políticas ambientales establecidas en el país.
- Su precio de venta debe ser justo al relacionarse con funcionalidad y calidad.

Concepto

“Pequeño Gigante”.

La idea parte del diminuto tamaño de estas semillas y como a pesar de sus dimensiones alcanza a generar tanta controversia, es un producto pequeño pero vendido y demandado en grandes cantidades. El usuario es el pequeño agricultor, y uno de los propósitos del proyecto es permitir el crecimiento del agricultor por medio de un sistema relativamente pequeño.

Proceso de propuesta

La primera propuesta presentada en la primera fase del proyecto constaba de los mismos tres elementos que componen el sistema, un sembrador, cosechador y un vehículo de carga. La idea era que por una pieza central se realizaba la siembra y cosecha por diferentes elementos que eran adaptados a esta pieza, por lo tanto había un modo de uso para la siembra y otro para cosecha. El vehículo de carga aún se encontraba en idealización pero se sabía que haría parte del sistema.

El sembrador de esta propuesta se conformaba por un maletín en el que se contenían las semillas que debían pasar por una manguera hasta llegar a la pieza central y luego a la pieza adaptada para dosificar. Al cosechar, se retiraba la maleta y la manguera para ensamblar las tijeras que alcanzaban el suelo para cortar el tallo sin necesidad de agacharse. Estas dos modalidades funcionaban con el mismo mango y el mismo gatillo.

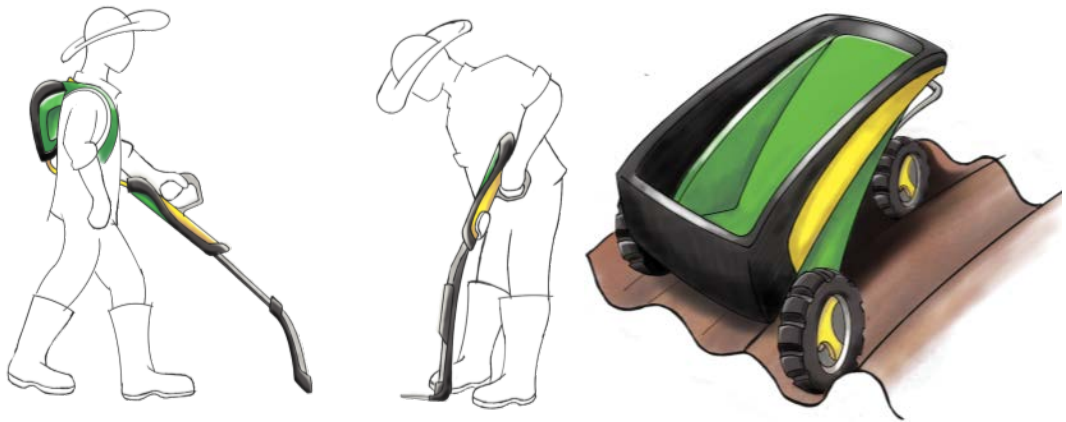


Fig. 17 Primer propuesta de diseño.

Entrando a la etapa de desarrollo del proyecto, se idea una nueva forma para el sembrador y se elimina el maletín contenedor. Este nuevo sembrador permite ver a su interior para ver la cantidad de semillas que restan.



Fig. 18: Segunda propuesta del sembrador.

Una tercera propuesta le va dando forma al diseño final. El sembrador y cosechador son dos productos separados y no existe una pieza central. Se plantea que las semillas vayan contenidas en el mismo tubo por el que deben pasar para ser dosificadas; es un elemento largo que alcanza el suelo para el depósito de semillas, evita malas posturas y mejora el rendimiento de siembra. El cosechador se plantea con forma familiar al sembrador, con tijeras en el extremo que se acerca al suelo accionadas por un gatillo. Ambos productos contaban con dos agarres para ser manipulados con ambas manos.



Fig. 19: Tercera propuesta de sembrador y cosechador.

La última propuesta planteada antes de obtener el diseño final solo necesitaba unos ajustes para ser la definitiva. Se analizaron varios aspectos ergonómicos que dieron las pautas para el diseño del sembrador, en esta se integra el apoyo brazo, dosificador intercambiable, elemento de medición y sistema de recarga de semillas.



Fig. 20: Propuesta anterior a la definitiva.

Propuesta

MUHU:

Es un sistema de herramientas o ayudas mecánicas que optimiza los procesos manuales de siembra, cosecha y recolección de semillas de Chía (*Salvia Hispánica L.*). Se conforma por un dosificador de semillas y un cortador de plantas.

Dosificador



Fig. 21: Vista general del dosificador.

El dosificador se utiliza en la etapa de siembra, dosifica las semillas al accionar el gatillo, este optimiza el proceso agilizándolo y reduciendo la cantidad requerida por hectárea. Este elemento permite contener y depositar hasta 3 kg de semilla que alcanza a cubrir una plaza de extensión del terreno a cultivar. Con los métodos de siembra actuales, se llegan a utilizar hasta 6 kg por plaza; Muhu, lo reduce a cerca de la mitad.

Es de uso manual, actuando como una extensión del brazo para alcanzar a depositar las semillas a una corta distancia del suelo aprovechando su diminuto tamaño para evitar abrir huecos en la tierra. Es cómodo de usar manteniendo el brazo recto con la muñeca facilitando los movimientos exactos para ubicar los puntos de siembra.

Cortador:



Fig. 22: Vista general del cortador.

El cortador funciona como una extensión del brazo, permitiendo alcanzar y reunir los múltiples tallos de una o más plantas a la vez acercándolos al cuerpo para agarrarlos con el puño de la mano libre; ubica la cuchilla en la parte baja de la planta reduciendo los esfuerzos lumbares y realiza un corte diagonal con un par de movimientos del brazo. Esto gracias a la forma curvada dentada de la cuchilla que permite un recorrido continuo e inmediato de corte, reduciendo tiempo y optimizando la cosecha.

Aspectos de mercado y modelo de negocio

Segmentos & consumidores:

Este proyecto está destinado a pequeños agricultores del Valle del Cauca y Colombia, entendiendo que este tipo de usuario es definido como aquel que emplea principalmente mano de obra familiar dentro de una Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) en la cual no se requiere trabajadores extras permanentes y es por lo general el lugar de vivienda, con una extensión entre media y dos UAF¹¹, correspondiente a 30 hectáreas. Tienen limitantes de tierra, capital, tecnología, comercialización y escala de producción.

Mercado potencial:

Alrededor de 2,9 millones de personas están vinculadas al sector agrícola en Colombia, el 72% (2,2 millones) de estas son pequeños productores, además se registran 440.532 predios, siendo 13.896.048 hectáreas en total de pequeñas propiedades (Perfetti, J. et al. 2013). Respecto a lo anterior, se entiende el alcance que puede obtener el proyecto, al que se le puede incluir productores agrícolas con mayores posibilidades (de terreno, capital, tecnología, entre otros) quienes pueden encontrar una manera práctica de realizar el cultivo por medio de este sistema integral.

Además, el Valle del Cauca puede entrar a la producción de estas semillas, gracias a la tierra de gran calidad que tiene en zonas planas y montañosas para su explotación agrícola, además de que se están buscando pequeños y medianos agricultores que puedan vincularse a la producción de productos con foco a la exportación por parte de la Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle (Alba, 2014).

Competencia:

Análisis del producto: Definición, identificación, empaque, precio

“Muhu”, es un sistema integral para la siembra y cosecha de semillas de Chía, compuesto por tres subproductos diferentes, un sembrador, un cosechador y un vehículo de carga. El primero de estos se trata de una herramienta que permite la dosificación de semillas (evitando pérdidas) en el momento de siembra, las deposita de manera puntual facilitando la organización adecuada de las plantas dentro del terreno a cultivar. El cosechador permite el corte del tallo desde el inferior de la planta evitando malas posturas que realiza el trabajador para alcanzar esta altura, agiliza el proceso de corte ya que se realizaría al accionar unas tijeras por medio de un gatillo y no con un machete, además, el trabajador mantendría posiciones corporales que evitan sobre esfuerzos y movimientos inadecuados.

Para el embalaje del sistema se contaría con dos medios de empaque, uno para el sembrador y cosechador que contenga piezas extra para el reemplazo en caso de daños, de diseño elemental con

¹¹ Definida por la Ley 160 de 1994 como “la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio”.

comunicación directa sobre el producto y su propósito, se incluiría manual de uso de todo el sistema.

Análisis del precio:

Para establecer el precio del producto se deben tener en cuenta factores de producción, tales como el lugar donde se fabricaría, los procesos necesarios de fabricación y ensamble, la materia prima requerida, mano de obra y maquinaria. Además se integran los costos de mercadeo y publicidad para su adecuada divulgación y comunicación. Se puede implementar la estrategia de fijación de precios de penetración, que consiste en ingresar al mercado con precios bajos para así tener una integración rápida y eficaz, teniendo en cuenta que el consumidor objetivo (pequeños agricultores) no tiene capacidades y alcances económicos elevados, dando como resultado un producto de bajo costo y asequible. Una vez reconocido el producto, puede evolucionar el elevar su precio para su posterior entrada a mercados extranjeros en los que exista producción de chía.

Análisis de la política de comunicación:

Muhu, al ser un producto del sector agricultor, su comunicación debe ser divulgada por medios especializados en este tema, canales de televisión, revistas y páginas web. Además, debe realizarse una comunicación directa con el usuario, pues son personas que probablemente no tengan acceso a los medios de divulgación mencionados, es ideal establecer un contacto con el agricultor para transmitir y ofrecer los beneficios y posibilidades que brinda el sistema.

Análisis de la distribución: transporte, empaque, venta

Al finalizar la fabricación del producto, debe ser transportado a lugares de venta de insumos agropecuarios en zonas rurales, así se le facilita el reconocimiento y acceso al producto por parte del consumidor objetivo; también se ofrecería el sistema en puntos de venta similares dentro de la ciudad direccionando el producto a un público con mayores alcances, pudiendo ser propietarios de extensos cultivos y productores.

El sistema puede ofrecerse como uno solo, sin embargo, los elementos que lo componen pueden ser vendidos por separado ya que su función puede servir para otros tipos de cultivo, esto aumenta las posibilidades de venta y brinda opciones de compra al consumidor.

Aspectos de factores humanos

En el caso de este proyecto, su proceso de diseño se enfoca en un sistema de herramientas de uso manual para llevar a cabo procesos de siembra, cosecha y recolección de plantas de chía; por lo tanto, al establecer los requerimientos ergonómicos, se incluyen las dimensiones antropométricas de la mano y el brazo (medios por los que será manipulado el producto), las cargas y peso máximo que estos soportan, la repetición de acciones y posturas del cuerpo al momento de manipulación.

Manipulación

El sembrador y cosechador conservan una morfología similar, ambos cuentan con un mango de agarre con gatillo para su manipulación; para este se tiene en cuenta las dimensiones de la mano y la extensión de agarre posible. Para establecer las medidas necesarias del mango de la herramienta se utiliza el promedio entre los percentiles 5 y 95 de la población laboral colombiana entre los 20 y 59 años de edad (Ávila, 2007); la anchura de la mano (32) tiene un promedio de 8,4 cm, lo cual establece una referencia para la altura del mango de agarre, seguido de la largura de la mano (39) con un promedio de 18,35 cm, indicando el alcance de agarre de la mano.

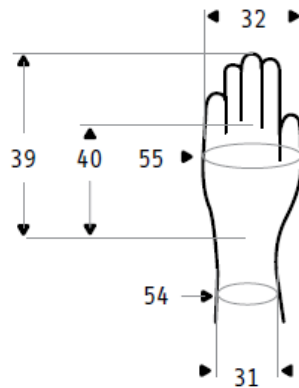


Fig. 23: Dimensiones de la mano. Fuente: Dimensiones antropométricas de la población Latinoamericana (Ávila, R. Prado, L.R., González, E.L. (2007))

A continuación se realiza un análisis de los “Puntos de Comprobación” establecidos por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España que son aplicados a los aspectos ergonómicos del proyecto.

Punto 22: Es preferible que el gatillo sea accionado con todos los dedos menos el pulgar, esto permite que la carga no se reparta en un solo dedo, exige un esfuerzo mínimo dejando que el pulgar agarre y guíe la herramienta.

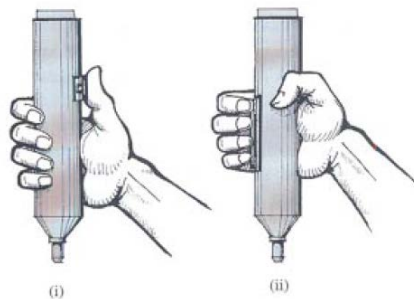


Fig. 24: Herramientas accionadas por pulgar y dedos. Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.

Punto 27: El peso de la herramienta puede fatigar al usuario, reduciendo su productividad, las ligeras son más fáciles de usar y permiten realizar operaciones más precisas, incluso facilitan su mantenimiento y guardado.

Punto 29: Un buen agarre permite facilidad de uso y menor esfuerzo, debe tener un diámetro entre los 30-40 mm con una longitud de por lo menos 100 mm, siendo 125 mm las más comfortable permitiendo el paso de todos los dedos alrededor del mango.

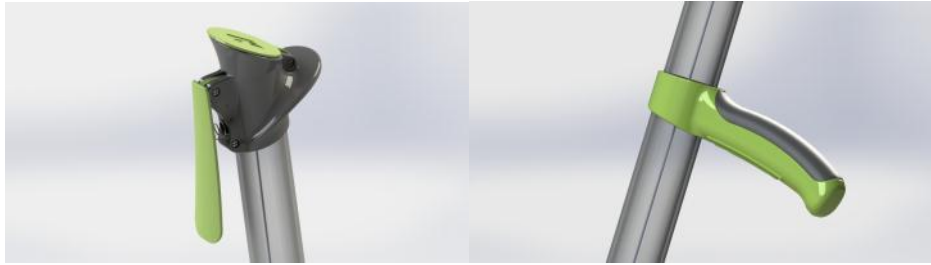


Fig. 25: Mangos de agarre y manipulación del dosificador.

La muñeca debe quedar en una posición neutral, preferiblemente recta al codo, para esto, el mango va conectado a un apoya brazos a una distancia estándar de la muñeca definida de acuerdo al promedio entre los percentiles 5 y 95 de la distancia entre los nudillos y el codo (33 cm). El mango debe permitir su uso con ambas manos, es decir que se acomoda a la morfología de estas para hacer un intercambio que brinde descanso durante su manipulación y reducir trastornos que puedan generarse en la extremidad.

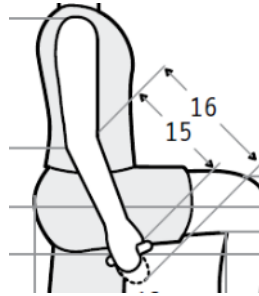


Fig. 26: Dimensión desde los nudillos hasta el codo (#15) Fuente: Dimensiones antropométricas de la población Latinoamericana (Ávila, R. Prado, L.R., González, E.L. (2007)).

La forma curvada y dentada de la cuchilla permiten un corte inmediato reduciendo la cantidad de movimientos necesarios para realizar el corte de los tallos, además de que está alineada de manera perpendicular con el mango de agarre, lo que establece una posición firme y natural de la mano. El mango de agarre permite ser utilizado por cualquiera sea la mano dominante del usuario (derecha o izquierda).

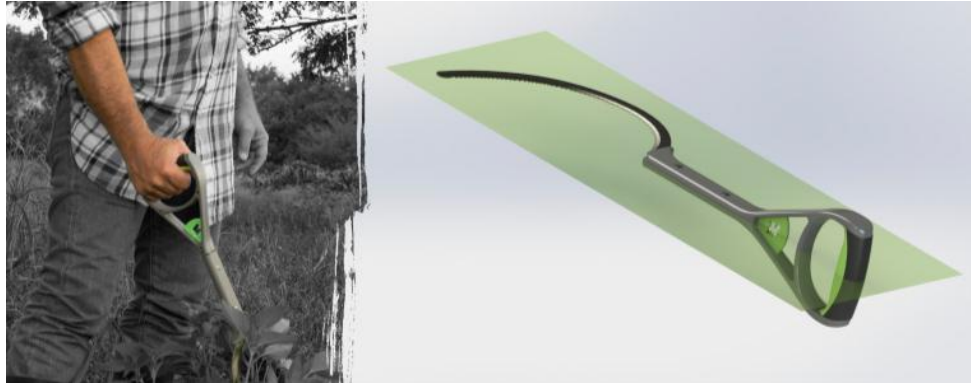


Fig. 27: Modo de agarre del mango del cortador.

Punto 30: el agarre debe tener la fricción adecuada, zonas en el mango que sean de otros materiales y texturas que eviten el deslizamiento de la mano. Su morfología debe tener resguardos o retenedores que faciliten su carga y no produzca pellizcos.

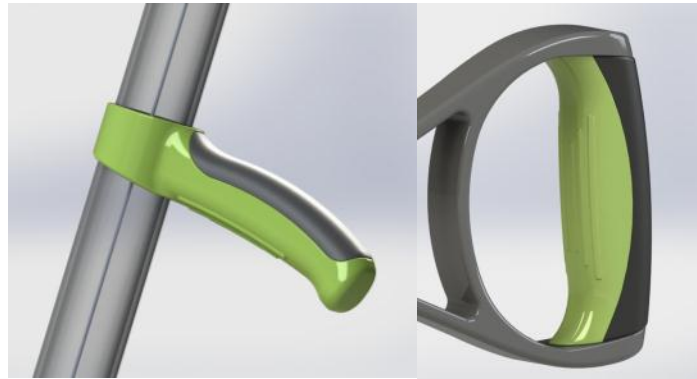


Fig. 28: Diferenciación de material en puntos de agarre.

Punto 34: El mantenimiento de la herramienta es muy importante para su uso óptimo, sus componentes deben ser fáciles de adquirir y reemplazar; si una herramienta se encuentra en mal estado obliga al usuario a realizar un esfuerzo extra y reduciría la exactitud. Los productos de este sistema son diseñados con este propósito, utilizan piezas estándares, muy sencillo de desarmar y arreglar.



Fig. 29: Desarme de dosificador y cortador.

Postura

La herramienta hace que el brazo permanezca en una posición neutra alineados la mano y el codo en un ángulo de 90° lo que permite fácil movilidad y no estorba al momento de desplazarse en el campo surcado, ya que el punto de dosificación y de corte del sembrador y cosechador están determinados por una distancia de separación de 60 cm entre los pies y este punto, dándole espacio a las piernas para moverse libremente. Tiene un alcance desde la altura del codo hasta la tierra, a una elevación determinada por el surco manteniendo una posición corporal adecuada.



Fig. 30: Relación sembrador-usuario.

De acuerdo al método OWAS (Ovako Working posture Analysing System) se puede determinar un nivel de riesgo de las posturas que exige la manipulación del producto, establecidas desde el nivel 1 hasta el 4 siendo la primera la más apropiada en la que se plantea que las posturas dentro de este nivel se consideran normales y sin riesgo de lesiones musculoesqueléticas. La manipulación de la herramienta propuesta exige una postura en la que la espalda se encuentra recta, ambos brazos están por debajo de los hombros, debe ir caminando y cargando un peso menor a 10 kg. De esta manera, según el método OWAS el nivel de riesgo que tiene este producto sería el 1, en la que no se ve afectada la postura del trabajador, se puede demostrar en la figura 10 en la que se muestra la relación entre las variables que determinan un nivel de riesgo.

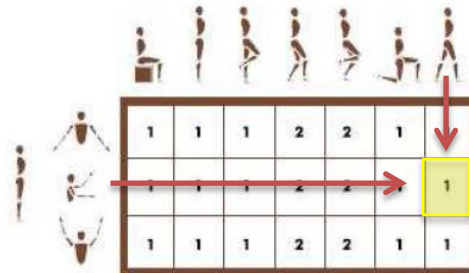


Fig. 31: Combinación de Niveles de Riesgo. Fuente: Método OWAS.

La postura efectuada durante la cosecha es determinada por la altura de las plantas y de la distancia entre suelo e inicio de tallos con espigas. El corte debe realizarse agarrando y agrupando con el puño estos tallos para luego pasar la cuchilla con la mano que manipula el cortador. Las espigas, al empezar a una altura entre 1 y 1,20 metros establecen el punto de corte, esta distancia evita que el trabajador deba agacharse, hacer un solo movimiento de corte y descartar el resto innecesario de la planta.



Fig. 32: Posición de corte con cortador.

Ergonomía Cognitiva y Comunicación

En este punto, se entra a determinar los procesos mentales que realiza el usuario al interactuar con el objeto, incluyendo la percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora (Acevedo, 2013), se debe tener en cuenta cómo el producto expresa la información necesaria para su uso adecuado, por ejemplo, que morfología, colores o texturas tendrían las partes móviles y accionables del proyecto para que el usuario entienda cuáles son aquellas con las que se manipularía el objeto (Niu, Kogi, 2013).

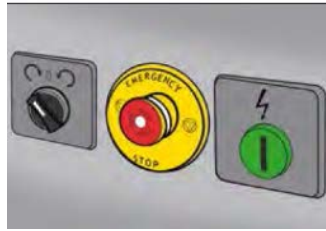


Fig. 33: Diferenciación de switches y displays. Fuente: Ergonomic checklist for agricultura (2014)

En el caso de este proyecto, las piezas accionables están diferenciadas por color, todas mantienen el mismo, indicando que son especiales y destinadas para alguna acción. El general es gris, comportándose como un color neutro para establecer las partes fijas. El negro, texturizado, indica las zonas de agarre y de posición de las manos, sirve como antideslizante. El verde claro establece las piezas que accionan la herramienta o desde la que se manipula.

El gatillo, es de color verde, de una forma larga que indica que puede ser accionado con los dedos inferiores dejando al pulgar e índice como ganchos; además, la zona de agarre también esta diferencia por color y textura, determinando la posición que deben optar los dedos para acomodarse bien al mango. Las demás piezas móviles del dosificador se identifican de igual manera por el color verde claro. La boquilla ubicada en la punta que llega al suelo puede desenroscarse ya sea para mantenimiento o cambiarla por otra boquilla; las estrías grabadas a lo largo de este facilitan e indican el agarre y evitan el deslizamiento. La tapa del embudo ubicado en el mango principal del dosificador es de color verde indicando que puede ser accionado para abrirse.



Fig. 34: Displays de uso del sembrador.

El tubo contenedor es traslucido, lo que permite ver al interior de este notando la cantidad de carga que se ha utilizado y lo que queda; logra contener hasta 1.5 kg de semilla en su totalidad.

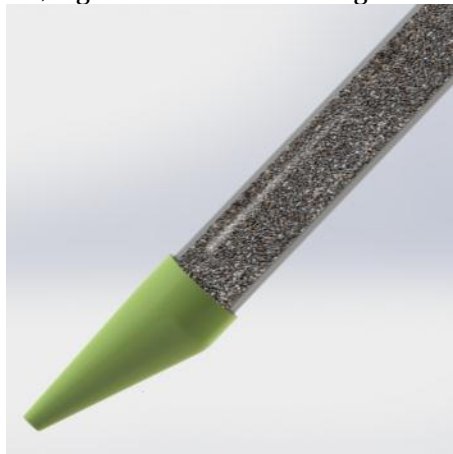


Fig. 35: Displays del tubo contenedor (sembrador).

En el cortador está establecido lo mismo para diferenciar zonas de agarre y función; el mango de este comparte el negro y verde, indicando la zona de agarre. La estructura de la herramienta que da la extensión y ensamble de la cuchilla es de color gris indicando una zona de ajuste.



Fig. 36: Displays de uso del cortador.

Uso / Intangibles

Esta herramienta cumple con todos los requerimientos ergonómicos que el usuario necesita, mantiene una postura adecuada mientras se realizan los procesos de siembra y cosecha, su morfología sencilla y directa permite una fácil manipulación, siendo un producto elemental que un pequeño agricultor podría usar sin problemas; los displays e indicadores de acción efectúan la totalidad de su funcionalidad por parte del usuario.

Es un producto asequible y de calidad, que puede brindar un sentido de crecimiento personal al trabajador, pues es una herramienta moderna, muy funcional, diferente a lo que se encuentra actualmente en el mercado de herramientas manuales agrícolas, pasaría de utilizar herramientas poco prácticas y con diseño ergonómico inadecuado a una que suple sus necesidades y aumenta su productividad, generando una labor más amena en los procesos del cultivo.

Conclusión de Factores Humanos

A partir del análisis realizado en este documento, se establecen los beneficios que brinda el producto al usuario, incrementa su productividad y optimiza los procesos del cultivo de una manera cómoda, segura y eficaz, logrando un equilibrio entre las necesidades del usuario y las soluciones ofrecidas por la herramienta. El estudio ergonómico realizado y aplicado al producto logra mantener los límites fisiológicos de posiciones corporales, acciones repetitivas y el uso adecuado de herramientas con base en bibliografía presentada, generando una relación amena entre usuario y producto, una buena experiencia que prolonga su uso.

Aspectos Productivos

Materiales

Plásticos:

En todos los elementos del sistema se utiliza plástico para la fabricación de muchas de sus piezas. En el caso del sembrador, el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) es el material del mango, gatillo, apoya brazo, del dosificador, el ajuste de rosca y el elemento de medición; este material es el mismo de las carcasas que conforman el cortador. Los tubos translucidos son de policarbonato aprovechando esta propiedad del material que permite ver a través de su pared.

Metal:

La cuchilla del cortador es de acero templado.

Procesos

Fabricación de molde para inyección:

Las piezas plásticas del sembrador y el cortador son especiales, cada una diseñada para ser fabricada por inyección de plástico por medio de un molde, para esto, se deben construir los moldes necesarios.

Inyección de plástico ABS:

Se utiliza este proceso para fabricar algunas de las piezas plásticas (ABS) que componen al sembrador y al cortador. Por medio de un molde de inyección se obtienen las piezas con la forma adecuada y dimensiones precisas para su correcto ensamblaje. Por este proceso, para el sembrador, serán inyectadas todas sus piezas plásticas sin incluir los tubos translucidos; para el cortador, de igual manera, son inyectadas menos la cuchilla.

Ensamble de piezas plásticas:

Teniendo las piezas obtenidas por inyección de plástico se procede al ensamble entre estas para construir las herramientas (sembrador y cortador), utilizando tornillos del mismo calibre pero de diferentes largos que se adaptan a la morfología de las piezas y ajustándolas correctamente entre ellas. Las piezas que se conectan a los extremos de los tubos translucidos (dosificador y apoya brazo) se ajustan por pegamento especial sin utilizar elementos extra.

Corte con sierra de mano:

Los tubos cilíndricos de policarbonato de 6 m de longitud se cortan y dividen para obtener los tubos contenedores de semilla del dosificador.

Corte de alambre dulce:

Con un alicate y manualmente se realiza el corte a medida del alambre insertado en el tubo contenedor.

Troquelado de metal:

La cuchilla del cortador se obtiene de una lamina de acero a la que se le aplica el troquelado de la forma de la cuchilla.

Dentado de cuchilla:

Al obtener la forma de la cuchilla, se realiza y punzado del metal para darle forma a los dientes, luego es afilado.

Templado:

Al tener la forma de la cuchilla establecida, se pasa por un proceso de templado en que se ingresa a un horno a altas temperaturas dándole resistencia y durabilidad al metal.

Proveedores

1. La empresa Minduval es la encargada de proveer y fabricar los componentes metálicos del cortador, fabricando la cuchilla.

2. Con Industrias Super Cali se fabrican los moldes de las piezas plásticas, proveen el plástico ABS para la fabricación y realizan la inyección para la obtención de las piezas.
3. Acrílicos y Policarbonatos del Valle provee y adecua los tubos de policarbonato para el sembrador.
4. De Sumatec de adquieren los tornillos para ensamble y el alambre del sembrador.

Diagrama de Despiece, Ensamblado y Planos de Detalle

Para un mejor entendimiento de este apartado, se realiza este análisis a cada producto del sistema por separado, con sus respectivos diagramas de despiece y ensamble. En el anexo X se encuentran los planos de detalle.

Dosificador:



Fig. 37: Vista rápida del despiece del Dosificador.

(Para ver un despiece más detallado, ir al anexo X en la página X).

Una vez obtenidas todas las piezas componentes del sembrador se procede a su ensamblaje para construir la herramienta.

1. Se juntan las piezas que van unidas a los tubos translucidos. En un extremo del tubo contenedor se junta con pegamento para plásticos el soporte para el dosificador y el elemento de medición.



Fig. 38: Ensamble de piezas para tubos.

2. Se amarra un extremo del alambre al agujero del gatillo que permite halarlo y luego se inserta dentro del tubo contenedor.



Fig. 39: Amarre de alambre a gatillo.

3. Se ubica el tubo y el gatillo en los puntos correspondientes en una de las carcasas inyectadas que componen el mango de agarre. Al tubo se le ha realizado un corte generando unas cavidades que sirven para ajustarlos y mantenerlos alineados dentro de la carcasa.



Fig. 40: Ajuste de tubos y gatillo.

4. Se inserta el resorte en las cavidades dentro del gatillo y al extremo interior colineal de la carcasa. Se acomoda la tapa del embudo alineada con el agujero del eje y la cavidad de ajuste para sellado. Luego sigue alinear la otra carcasa para ser ensamblada y ajustada por tornillos, así se termina de formar el mango de agarre.



Fig. 41: Ensamble de carcasas (Dosificador)

5. Por último, las piezas complementarias se insertan en sus ubicaciones correspondientes. El mango secundario se inserta en el tubo contenedor que entra a presión para ajustarse a la forma y la boquilla se enrosca al soporte en el extremo roscado del tubo contenedor.

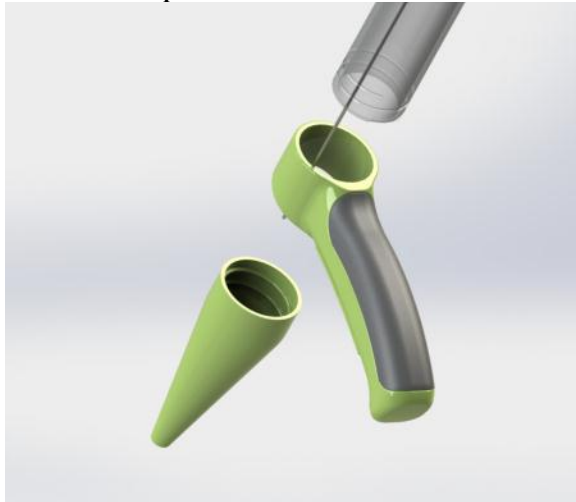


Fig 42: Inserto de mango secundario y rosca de boquilla.

Cortador:



Fig. 43: Vista básica de despiece del cortador.

1. Se ensamblan por tornillos las carcasas de la estructura del mango de agarre.



Fig. 44: Ensamble de carcasas estructura de mango de agarre.

2. Se ensambla la cuchilla curvada en el cuello de extensión de la herramienta.



Fig. 45: Ensamble por tornillos de la cuchilla al cuello de extensión.

3. Finalmente se ensambla el cuello con la estructura del mango por medio de tornillos.

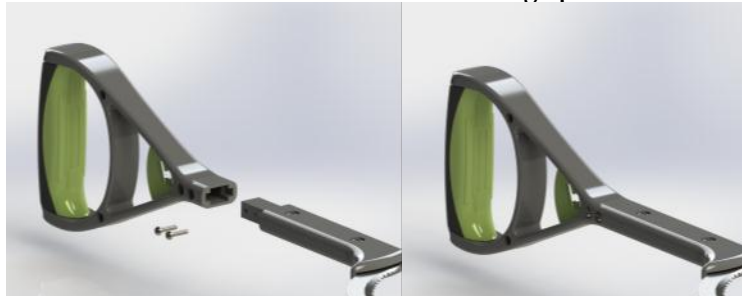


Fig. 46: Ensamble de estructura del mango con cuello de extensión.

Aspectos de Costos

	En Conjunto	Dosificador	Cortador
Total Costos Materia Prima	\$14.837	\$3.478	\$11.359
Total Costos Fabricación	\$190.800	\$62.000	\$128.800
Total Costos Mano de Obra	\$310.680	\$168.180	\$142.500
Total Costos Unitarios	\$516.317	\$233.658	\$282.659
Márgen de Utilidad (30%)	\$154.895	\$70.097	\$84.797

Fig. 47: Matriz general de costos.

Aspectos de Impacto (PESTA)

Aspectos Políticos:

El proyecto se enfoca en pequeños y medianos agricultores, incluyéndolos desde el proceso de diseño hasta los resultados que brinda el sistema, se realiza por medio de la integración de sus necesidades y expectativas, respetando las exigencias de trabajo en el campo tanto ambiental como legal. Su precio es flexible ante las condiciones económicas del usuario, siendo un producto muy asequible y de calidad. Se rige por ofrecer condiciones óptimas de trabajo en donde la ergonomía cumple con los estándares legalmente establecidos; lo anterior posibilita una entrada a la independencia laboral.

Aspectos Económicos:

Optimiza los procesos de siembra y cosecha, reduciendo el desperdicio de semillas en un 52% y el tiempo de labor en un 41.3%, disminuyendo costos de producción. Su precio es muy asequible en relación costo-beneficio.

Es desarmable y sus piezas son intercambiables, lo que evita gastos extras en caso de daño. El sistema permite generar estadísticas que relacionan eficiencia y optimización en el proceso, que al analizarlas arrojan resultados que permiten al agricultor mejorar sus procesos entre cultivos. Brinda alternativas de expansión a otros mercados debido al funcionamiento en diversos cultivos de micro-semillas.

Aspectos Sociales:

Al optimizar los procesos se genera independencia laboral, abriendo puertas a una mejor calidad de vida. El sistema supera los aspectos ergonómicos en comparación a otras herramientas manuales agrícolas, facilitando el trabajo e incluso reduciendo en 41.3% el tiempo laboral de los procesos.

Aspectos Tecnológicos:

Toda la fabricación, desde la obtención de la materia prima hasta su construcción se puede llevar a cabo dentro del límite departamental vallecaucano, por su tecnología asequible y diseño elemental. Sus componentes estructurales y funcionales tienen características modulares con posibilidad de intercambio.

Aspectos Ambientales:

Como permite su funcionalidad en diferentes cultivos, promueve la diversificación de estos, lo que lleva a un mejor cuidado del suelo y su renovación. Su fabricación y obtención de materia prima a nivel local reduce procesos de producción. Al componerse de materiales reciclables sus piezas son desechadas fácilmente y pueden convertirse en nuevos materiales. El uso del producto es totalmente manual, no requiere energía eléctrica evitando emisiones dañinas al medio ambiente.

Análisis del contexto de uso:

- ***¿Para qué debería ser usado?***
Para promover la producción del cultivo de chíca como generador de mayores ingresos a pequeños y medianos agricultores. Para la generar diversificación de cultivos como medio del cuidado del suelo.
- ***¿Qué necesidad suple?***
La falta de un elemento agrícola que facilite los procesos principales de cultivo de chíca y otros similares de manera manual. La optimización en la eficiencia de estos procesos para la obtención de mejores resultados (ingresos, menos pérdidas, menor tiempo laboral).
- ***¿Qué hace el producto?***

Facilita la manipulación de semillas de chí, las dosifica al momento de siembra optimizando el proceso; reduce el tiempo de cosecha y evita las malas condiciones ergonómicas exigidas por este.

- **¿Quién usa el producto?**
Pequeños y medianos agricultores, personas con posesión de un terreno cultivable entre 1 y 5 hectáreas, por lo general con pocos trabajadores extra, la misma familia en conjunto.
- **¿Por cuánto tiempo?**
Sus materiales resistentes y durables proporcionan un largo periodo de uso, entre los 2 y 3 años sin necesitar reemplazo de piezas, que en caso tal de un daño pueden ser intercambiadas fácilmente aumentando su tiempo de vida.
- **¿Con qué frecuencia?**
El tiempo de germinación y crecimiento para llegar al momento de cosecha es de 3 a 5 meses; en la siembra se usa el sembrador y luego de este periodo se usa el cortador. En promedio, el sistema se usaría 3 veces en el año.
- **¿En qué lugar?**
Principalmente en el Valle del Cauca, pero puede utilizarse en todo Colombia, y es un sistema que puede ser ingresado a nuevos mercados fuera del país como en Bolivia, Perú y Argentina quienes vienen siendo los mayores productores de estas semillas.

Rueda Estratégica del Ecodiseño

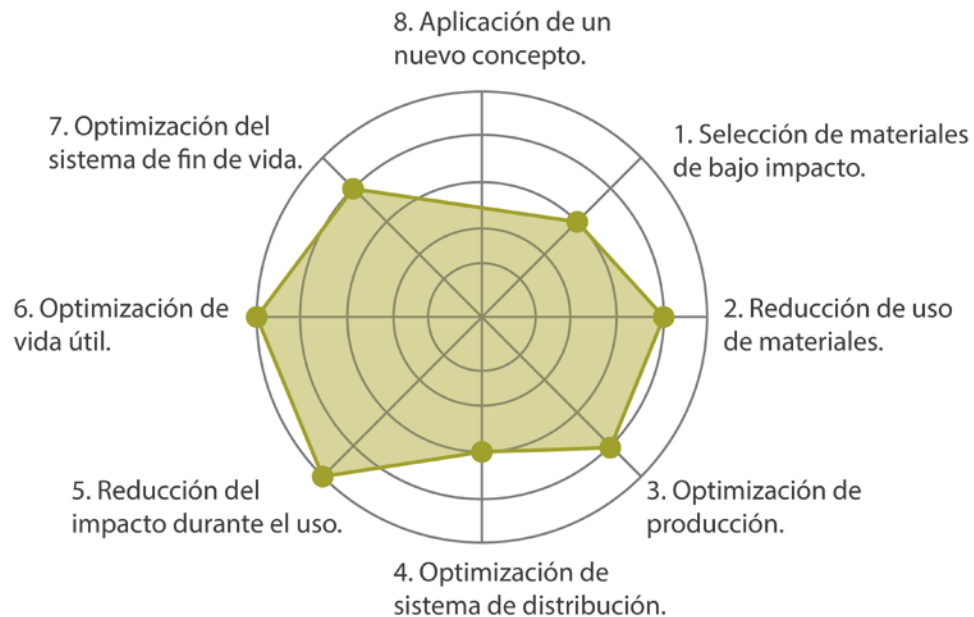


Fig. 48: Rueda Estratégica del Ecodiseño

Análisis:

1. Al ser un sistema para el trabajo agrícola, sus materiales deben ser muy resistentes y durables; los más adecuados para cumplir los requerimientos de calidad y durabilidad son de mucho impacto ambiental, como el plástico, pero que pueden ser transformados al final de su ciclo de vida para generar nueva materia prima, como el metal.
2. Es un proyecto que requiere solo 2 tipos de materiales compartidos entre sus componentes, plástico y metal.

3. Es un sistema fabricado por procesos industriales básicos que se pueden realizar a nivel departamental al igual que su materia prima. Son productos elementales de pocas piezas para su construcción, siendo esta muy práctica por sus partes modulares y ensamblables.
4. Los elementos que componen el sistema tienen un reducido tamaño y bajo peso que facilitan su transporte, el sembrador y cortador pueden desarmarse y transportarse por piezas.
5. Su uso es totalmente manual, es una ayuda mecánica y no requiere energía eléctrica ni de combustibles fósiles para su funcionamiento, sólo la humana.
6. Sus piezas reemplazables aumentan el periodo de vida, en caso de algún daño, sus partes son asequibles por separado.
7. El sembrador y el cortador pueden desarmarse por completo para la separación adecuada de materiales y posterior desecho; el vehículo de carga podría desarmarse al cortar las uniones soldadas de su estructura. Todos sus materiales pueden transformarse en nueva materia prima luego de su deposición.

CONCLUSIONES

El conocimiento acerca de este cultivo en el país y en el departamento es casi nulo, el entendimiento del proceso productivo se genera desde referencias externas o extranjeras y aun no hay fuentes locales que brinden información exacta respecto a las condiciones que se presentan en esta zona, pues personas locales contactadas afirman manejar el cultivo pero por fuera del país; es un momento en que este producto tiene gran demanda y la oferta de producción es muy poca, esto abre puertas a que agricultores vallecaucanos puedan ser pioneros en la producción local de chíca.




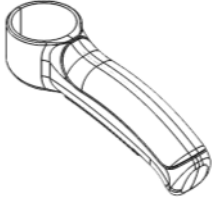
Es clara la necesidad de herramientas diseñadas para el manejo de este cultivo, no se podrían obtener resultados eficientes y optimizados si se siguen usando instrumentos básicos y elementales, además es evidente las dificultades al momento de hacer una inversión en maquinaria agroindustrial, incluso pueden no llegar a ser necesarias pues el terreno que posee un pequeño agricultor no es tan extenso y una inversión de esa proporción no sería el mejor camino; estas personas necesitan nuevos métodos y herramientas que le permitan realizar su trabajo de manera independiente, sin necesidad de contratar un cantidad de trabajadores externos que se salga de su presupuesto, la idea es generar mejores ingresos con el proyecto y aumentar el rendimiento.



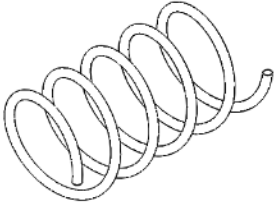
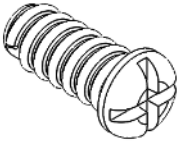
El territorio vallecaucano es adecuado para este cultivo, presenta las condiciones climáticas perfectas y calidad de suelo óptimo que permiten la obtención de semillas de excelente calidad, es un departamento con claras ventajas a nivel nacional, no solo naturales sino también en comercio y posibilidades de exportación, en el mundo este producto es altamente demandado y al ser una planta tropical pocos países tienen la posibilidad de realizar su producción, uno de estos es Colombia, pero dentro del límite nacional también el Valle del Cauca puede proporcionar la producción de este alimento para el consumo en el país, con la tendencia de la vida saludable el mercado se expande, en especial en la ciudad de Cali reconocida por sus iniciativas deportistas y sus ciudadanos que cuidan su figura. Este cultivo es una oportunidad que debe ser explotada, y este proyecto pretende integrar a pequeños agricultores por medio del diseño industrial a la producción de estas semillas en busca de la sostenibilidad económica y expansión de mercado, brindando nuevas posibilidades a estas personas, supliendo sus necesidades y solucionando problemas, de manera tal que el diseño final logre cubrir al máximo estos requerimientos, teniendo coherencia con el contexto, las condiciones del usuario y sus posibilidades económicas.


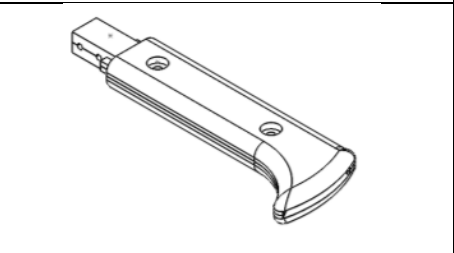
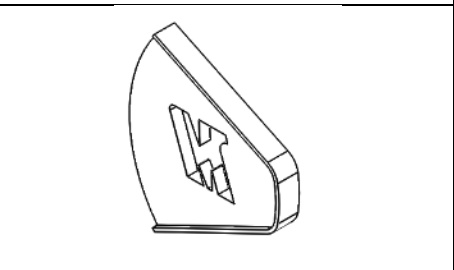
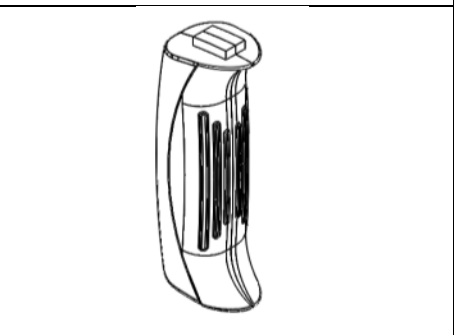
BIBLIOGRAFÍA

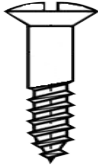

1. Alba, J. (2012) Valle, una despensa Agrícola. Camara de Comercio de Cali [En Línea] Recuperado de: <http://occidente.co/valle-una-despensa-agricola/> (Visitado 16 Jul 2012)
2. Ayerza, R. (2006) Chía. Buenos Aires: Del Nuevo Extremo.
3. Camara de Comercio de Cali (2012) Consumo de Organicos, una tendencia que crece [En Línea] Recuperado de: <http://www.ccc.org.co/147/12237/consumo-de-organicos-una-tendencia-que-crece.html> (Visitado 16 Jul 2015).
4. Cahill, J. (2003) Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Economic Botany*. Volúmen 57, No. 4, Páginas 604-618.
5. Centurión, C (2012) El Cultivo de Chía [En Línea] Recuperado de: <http://www.abc.com.py/articulos/el-cultivo-de-chia-354585.html>
6. Chediak, D (2014) Video: Siembra de Chía en Tucumán. Siembra y Cosecha TV [En Línea] Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=kxBucrbTjBw&index=5&list=PL5BU7mwXsYe7sshEP6JxLSBvU4wVutzFR>. (Visitado: 11 Sep 2015)
7. Chediack, D. (2014) La semilla de chía debe ser de la mejor calidad. *La Gaceta* [En línea] Recuperado de: <http://www.lagaceta.com.ar/nota/575996/rural/semilla-chia-debe-ser-mejor-calidad.html> (Visitado 20 Jul 2015).
8. Coates, W. y Ayerza, R. (1996) Production potential of chia in northwestern Argentina. *Industrial crops and products, an international journal*. [En línea] Recuperado de: [http://newcrops.org/a.2\)%20Ayerza%20chia%20potential.pdf](http://newcrops.org/a.2)%20Ayerza%20chia%20potential.pdf) (Visitado 14 Jul 2015).
9. CONIF (1998) *Guía para plantaciones forestales comerciales, Valle del Cauca*. Bogotá
10. Estados Unidos. NIOSH (2002) Soluciones simples: *Ergonomía para Trabajadores Agrícolas*. Cincinnati.
11. España. UGT (Unión General de Trabajadores) (2006). *Riesgos en el sector agropecuario*. España.
12. EUFIC (European Food Information Council). (2012) www.eufic.org. [En Línea] Recuperado de: <http://www.eufic.org/article/es/artid/The-science-behind-superfoods/> (Visitado 10 Ago 2015).
13. Fernandez, I; Ayerza, R; Coates, W; Vidueiros, S; Slobodianik, N; Pallaro, A. *New Corps*. (2006) Características nutricionales de la chía [En línea] Recuperado de: [http://newcrops.org/a.13\)%20Nutricion%20chia.pdf](http://newcrops.org/a.13)%20Nutricion%20chia.pdf) (Visitado 14 Jul 2015).
14. Lamas, M.A. (2013). La chía, un cultivo muy rentable. *El Economista*. [En línea] 19 Mar 2013. Recuperado de: <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2013/03/19/chia-cultivo-muy-rentable%20> (Visitado 14 Jul 2015).
15. LaUltimaHora. (2014) Precio de chía baja de USD 12.000 a USD 800 la tonelada por sobreoferta [En línea] Recuperado de: <http://www.ultimahora.com/precio-chia-baja-usd-12000-usd-800-la-tonelada-sobreoferta-n819971.html> (Visitado 20 Jul 2015).
16. Miranda, F. (2012) Guía técnica para el manejo del cultivo de chía en Nicaragua. [En línea] Recuperado de: http://cecoopsemein.com/Manual_de_produccion_de_CHIA_SALVIA_HISPANICA.pdf (Visitado 14 Jul 2015)
17. Miranda, F (2015) Manejo post-cosecha de la semilla de chía en Nicaragua. *EIMSA Foods*.
18. Perfetti, J; Balcázar, A; Hernández, J; Leibovich, J (2013) *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. (1ra edición) Bogotá
19. Plan de Departamental de Desarrollo del Valle del Cauca (2012-2015) [En Línea] Recuperado de: <http://www.valledelcauca.gov.co/asamblea/publicaciones.php?id=20561> (Visitado 16 Jul 2015)
20. Plan para el Desarrollo de Seguridad Alimentaria del Valle del Cauca (2011) Buen gobierno, seguro lo lograremos.
21. Ponce, M (2013) Video: Cosecha y clasificación de chía. Siembra y Cosecha TV [En Línea] Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=kV9E7mQx2Io>. (Visitado 11 Sep 2015)
22. Rovati, A; Escobar, E; Prado, C (2012) Particularidades de la semilla de chía (*Salvia hispánica* L.) *Avance Agroindustrial (EEAOC)*, Volumen 33, No. 3, Páginas 39-43.
23. Secretaria de Agricultura y Pesca (2013) Publicaciones Agrícolas [En Línea] Recuperado de: <http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/publicaciones.php?id=1966> (Visitado 16 Jul 2015)
24. Siembra y Cosecha TV (2013-2015), Lista de Reproduccion: Produccion de chía en Tucuman [En Línea] Recuperado de: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL5BU7mwXsYe7sshEP6JxLSBvU4wVutzFR>
25. Ávila, R. Prado, L.R., González, E.L. (2007). Dimesiones Antropometricas de la población Lationamericana. Universidad de Guadalajara. [En línea] recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz.
26. Acevedo, Miguel. "Ergos 03: Definiciones de interés en Ergonomía. Definir qué es Ergonomía, ¿una misión imposible?" [En línea] recuperado de: <http://www.ergonomia.cl/eee/ergos03.html>
27. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de Esaña. "Puntos de Comprobación" 22, 23, 27, 29, 30, 34.
28. Método OWAS de Ergo/IBV
29. Niu, Shengli. Kogi, Kazutaka. "Ergonomic checkpoints in agriculture". Segunda edición (2014).
- 30.

Anexos
Anexo 1: B.O.M - Muhu

Código	Pieza	Cantidad	Descripción	Función	Tipo	Material	Proceso
1		2	Mango Principal	Ensamble	Especial	ABS	Inyección de Plástico
2		1	Tapa	Acción	Especial	ABS	Inyección de Plástico
3		1	Gatillo	Acción	Especial	ABS	Inyección de Plástico
4		1	Mango Secundario	Acción	Especial	ABS	Inyección de Plástico

5		1	Tubo Contenedor	Ensamble	Especial	PC	Extrusión, Corte, Perforado y Roscado
6		1	Boquilla	Ensamble	Especial	ABS	Inyección de Plástico
7		1	Resorte	Acción	Especial	Acero	Roscado
8		3	Tornillo 4x12 mm	Ajuste	Estándar	Acero	N/A

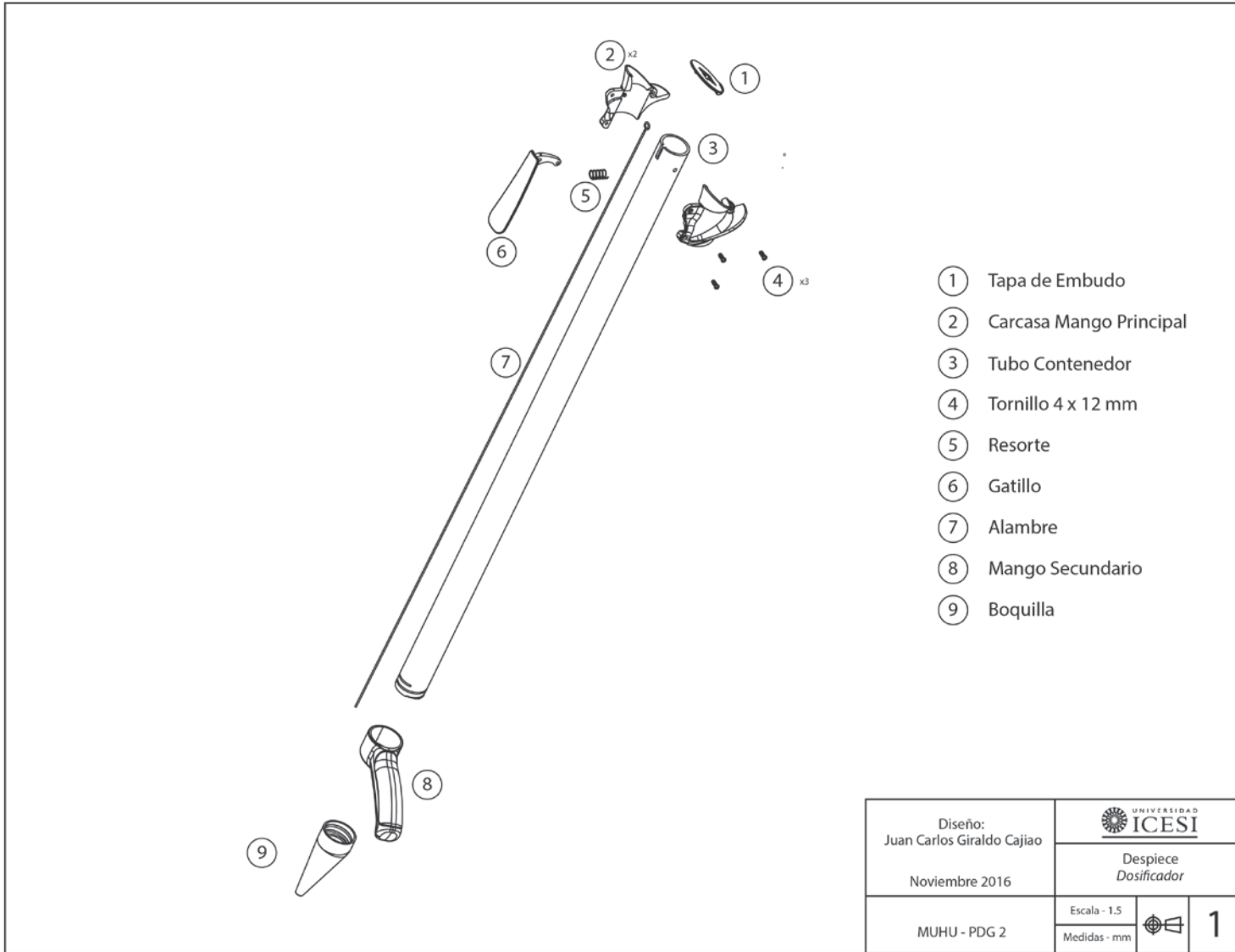
9		1	Cuchilla	Ensamble	Especial	Acero Inoxidable Templado	Troquelado, Afilado y Dentado
10		2	Cuello	Ensamble	Especial	ABS	Inyección de Plástico
11		1	Plaquilla	Ensamble	Especial	ABS	Inyección de Plástico
12		1	Mango Cosechador	Ensamble	Especial	ABS	Inyección de Plástico

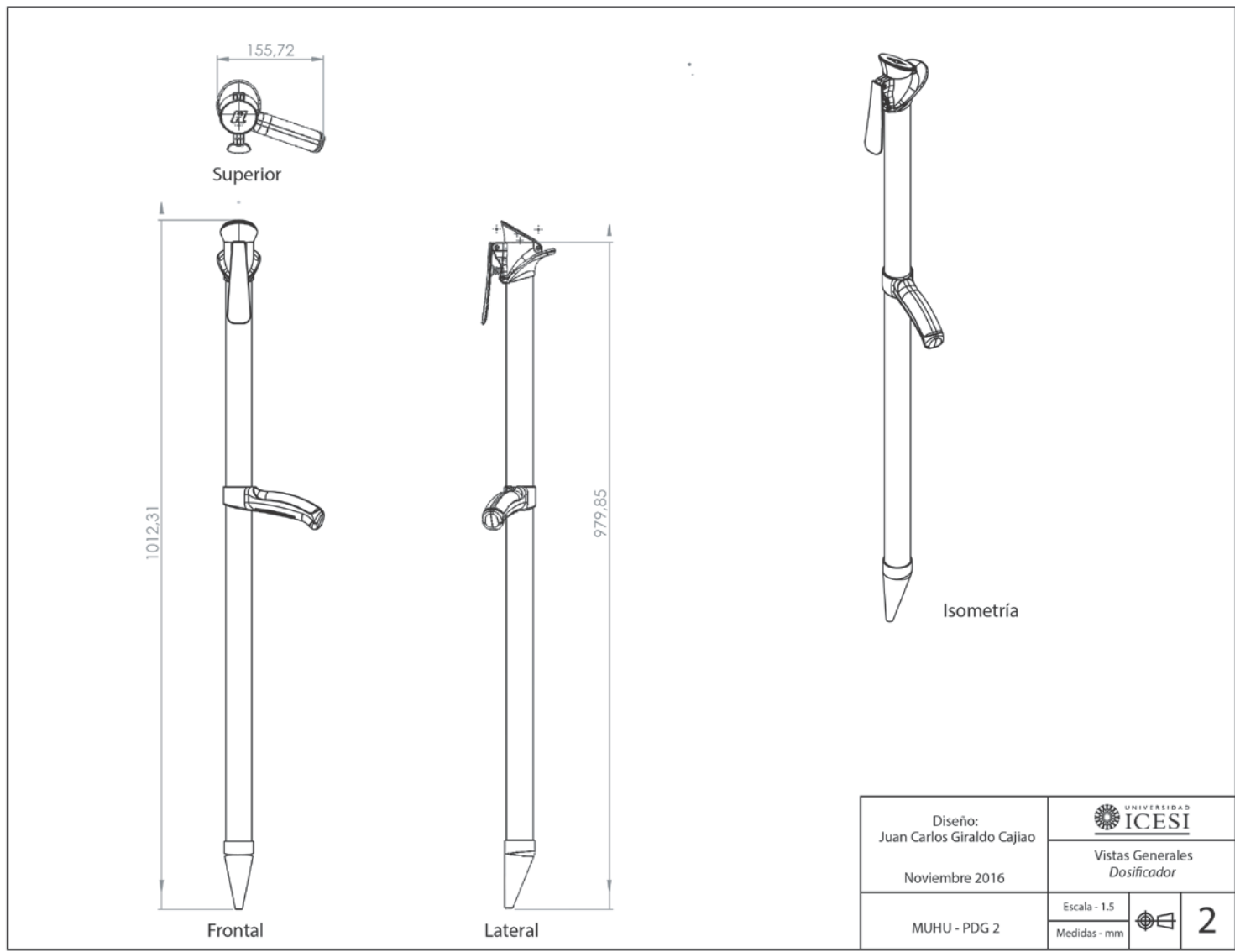
13		2	Tornillo 4x8 mm	Ajuste	Estándar	Acero	N/A
14		6	Tornillo 4x12 mm	Ajuste	Estándar	Acero	N/A

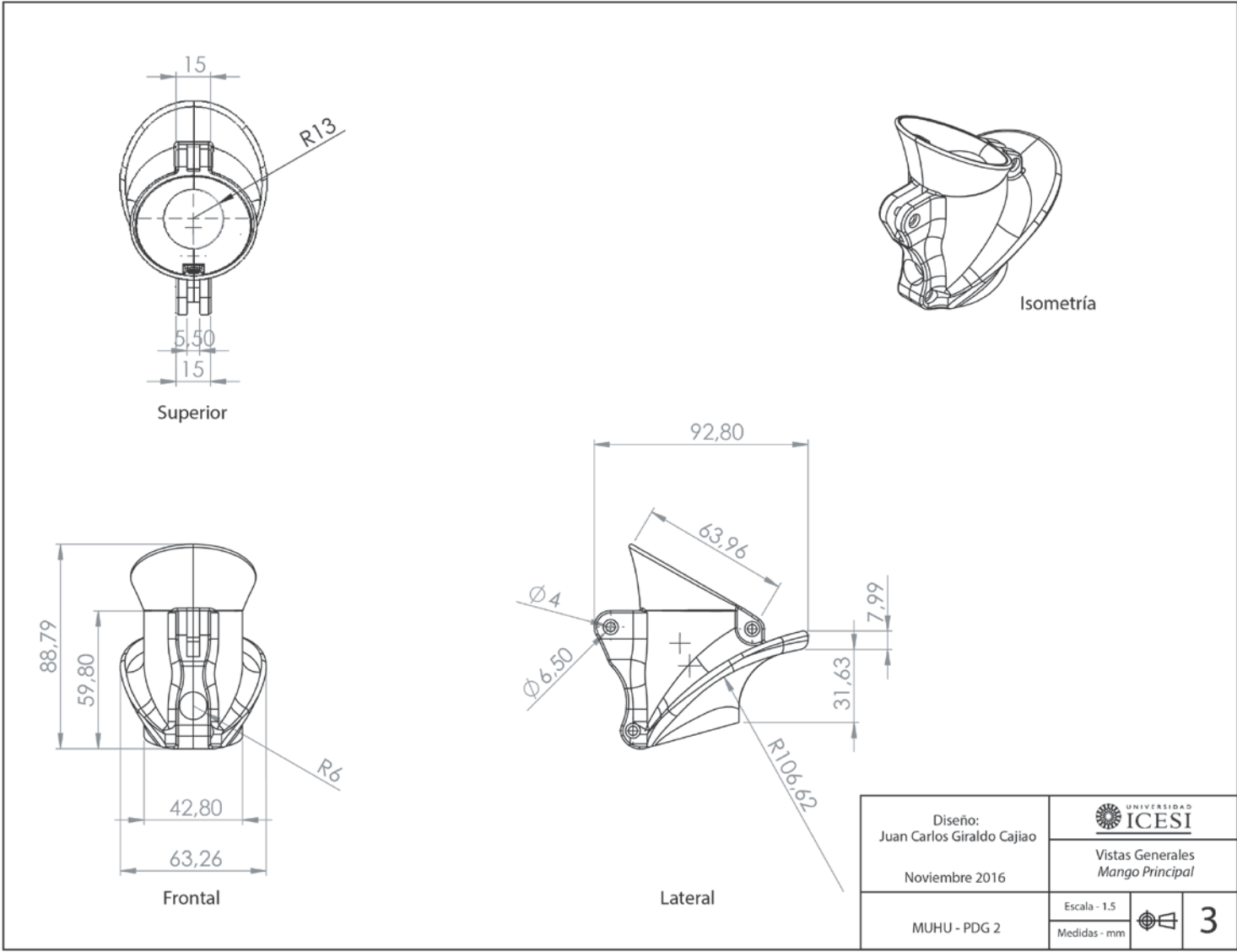
Anexo 2: Tabla de Costos - Muhu

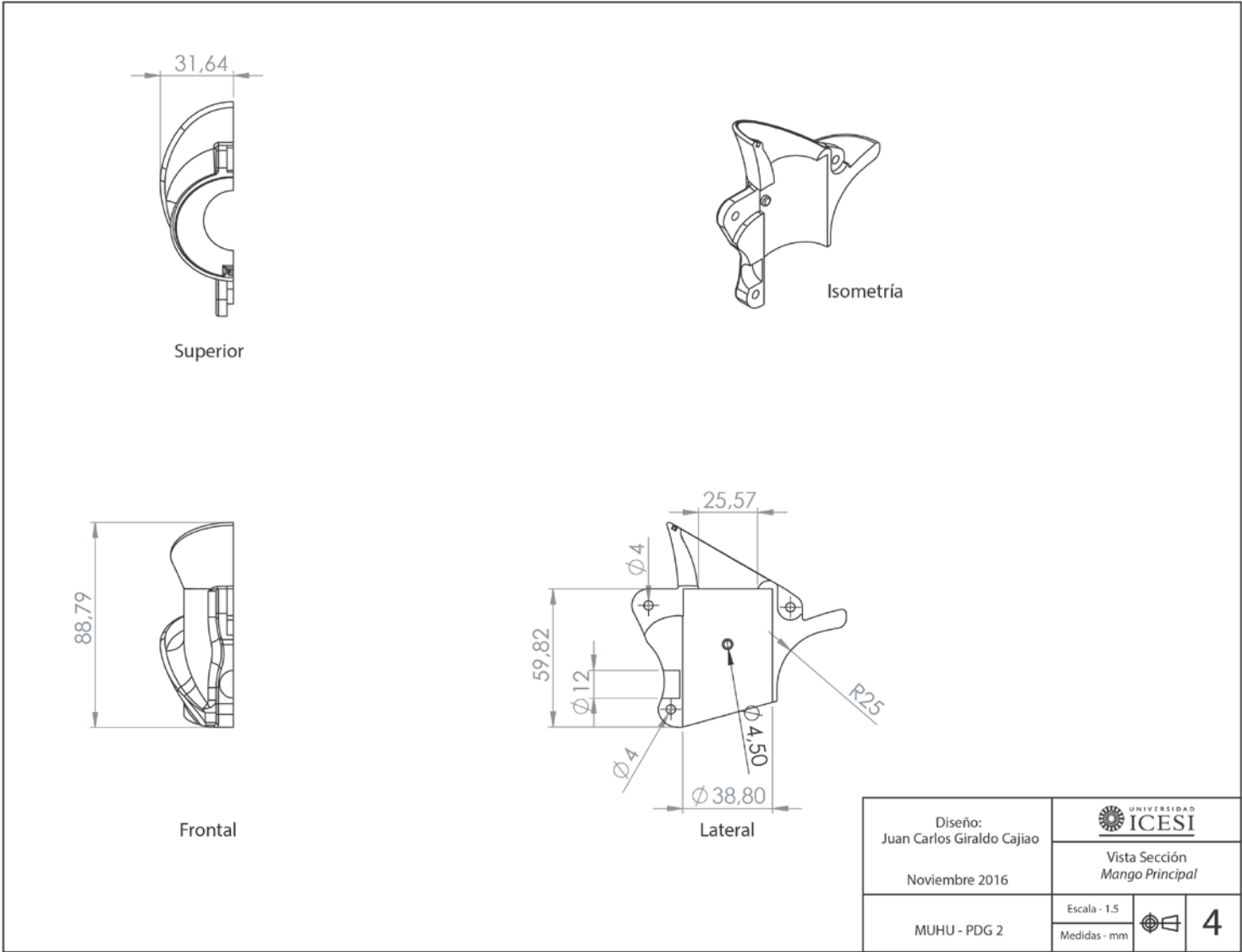
Designación	Materia Prima	Materia Prima					Mano de Obra Directa			Herramental	
		Unidad	Valor	Consumo	Cantidad	Costo Total	Proceso	Proveedor/Fabricante	Tiempo	Costo Total	Unidades a Producir
Mango Principal	ABS	Kg	\$11.400 x 25kg	1 Kg	2	\$456	Inyección de Plástico	Industrias Súper Cali	3 min.	\$20.000	2
Tapa	ABS	Kg	\$11.400 x 25kg	0.4 Kg	1	\$182	Inyección de Plástico	Industrias Súper Cali	2 min.	\$10.000	1
Gatillo	ABS	Kg	\$11.400 x 25kg	0.5 Kg	1	\$228	Inyección de Plástico	Industrias Súper Cali	4 min.	\$15.000	1
Mango Secundario	ABS	Kg	\$11.400 x 25kg	0.8 Kg	1	\$365	Inyección de Plástico	Industrias Súper Cali	3 min.	\$18.000	1
Tubo Contenedor	PC	Kg	\$6.000 x Kg	1.5 Kg	1	\$9.000	Extrusión, Corte, Perforado y Roscado	Acrílicos y Policarbonatos del Valle	2 h.	\$50.000	1
Boquilla	ABS	Kg	\$11.400 x 25kg	0.5 Kg	1	\$228	Inyección de Plástico	Industrias Súper Cali	4 min.	\$15.000	1
Resorte	Acero	Cm	\$200 x cm	2.5 cm	1	\$500	Roscado	Sumatec	5 min.	\$800	1
Tornillo 4x12 mm	Acero	Und.	\$800 x 6 und	1 und	3	\$400	N/A	Sumatec	N/A	N/A	3
Cuchilla	Acero Inoxidable	Kg	\$120.000 x lámina de 1.20x2.40 m	0.8 Kg	1	\$1.500	Templado, Troquelado, Afilado y Dentado	Minduval	10 min.	\$25.000	1
Cuello	ABS	Kg	\$11.400 x 25kg	0.8 Kg	1	\$365	Inyección de Plástico	Industrias Súper Cali	3 min.	\$15.000	2
Plaquilla	ABS	Kg	\$11.400 x 25kg	0.4 Kg	1	\$182	Inyección de Plástico	Industrias Súper Cali	2 min.	\$10.000	1
Mango Cosechador	ABS	Kg	\$11.400 x 25kg	0.8 Kg	1	\$365	Inyección de Plástico	Industrias Súper Cali	3 min.	\$12.000	1
Tornillo 4x8 mm	Acero	Und.	\$800 x 6 und	1 und	2	\$267	N/A	Sumatec	N/A	N/A	2
Tornillo 4x12 mm	Acero	Und.	\$800 x 6 und	1 und	6	\$800	N/A	Sumatec	N/A	N/A	6
						\$14.837				\$190.800	

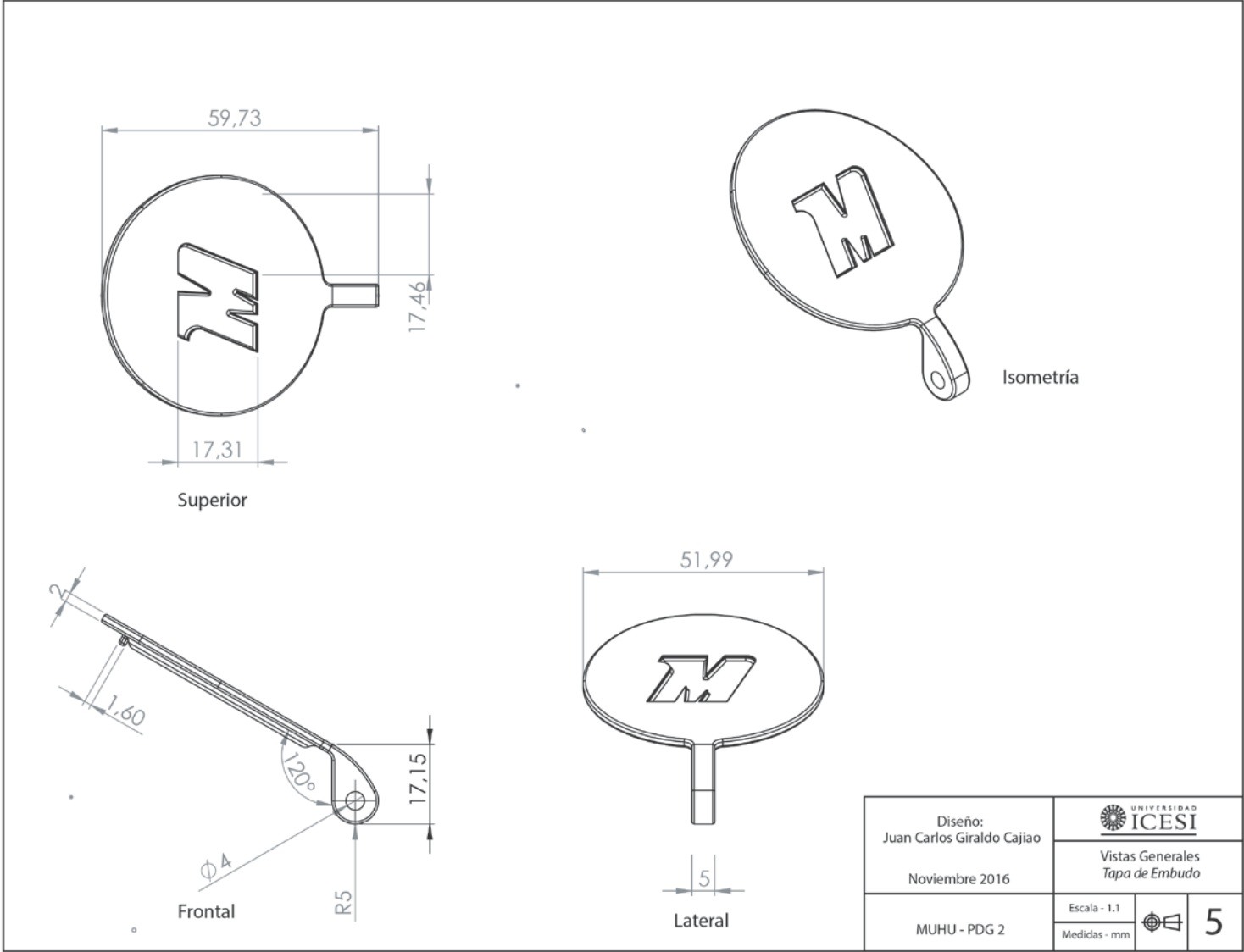
Anexo 3: Planos de Detalle - Muhu

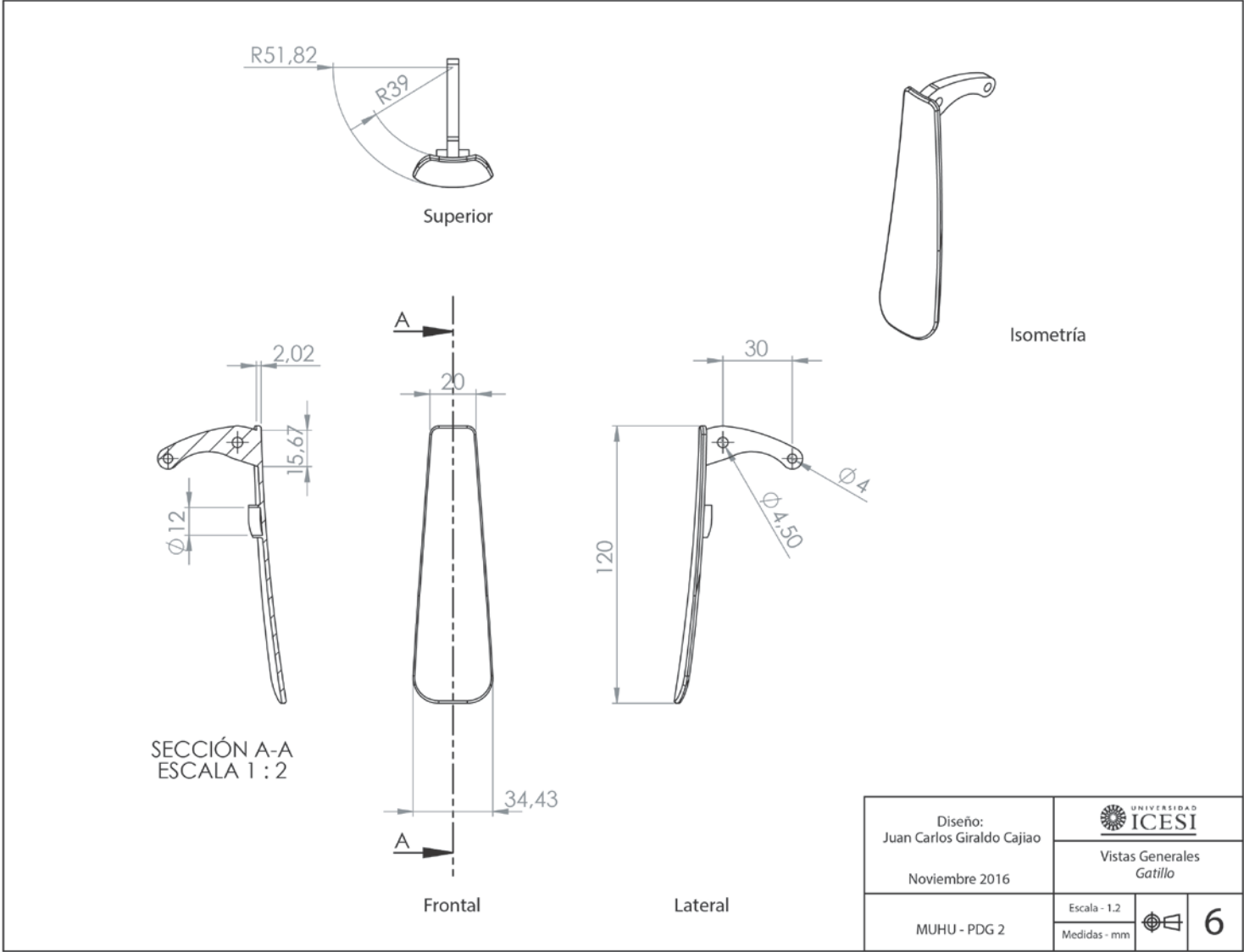


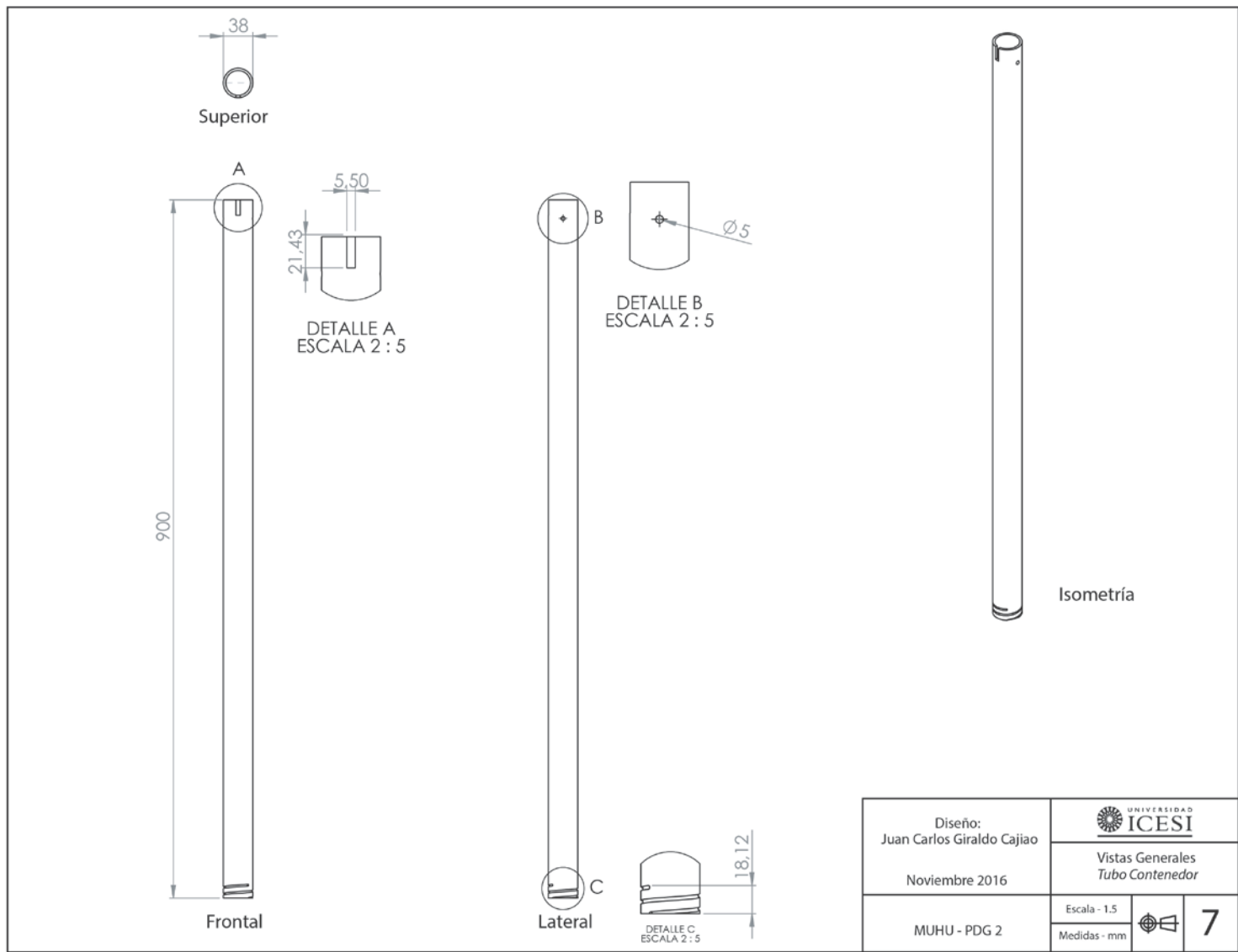




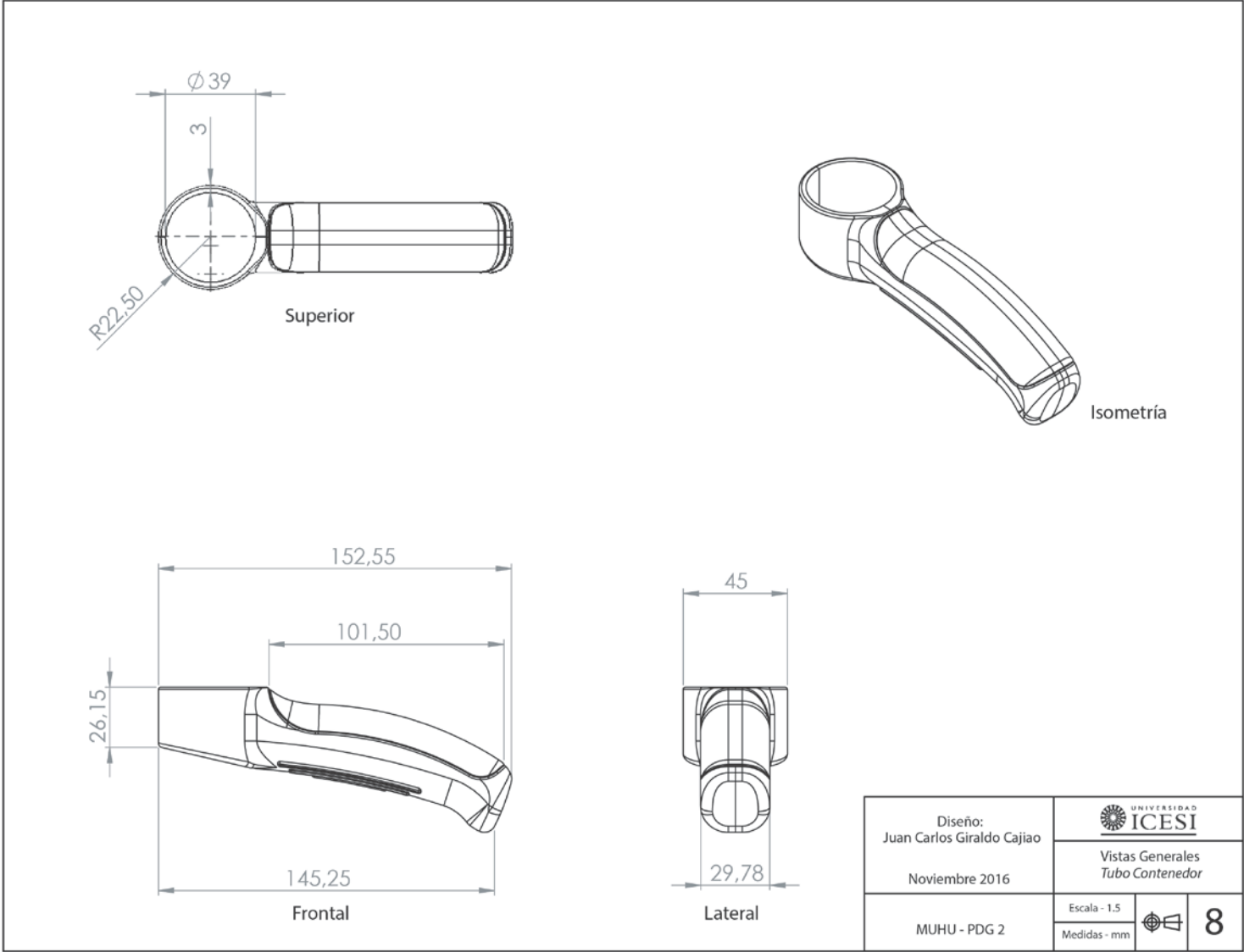


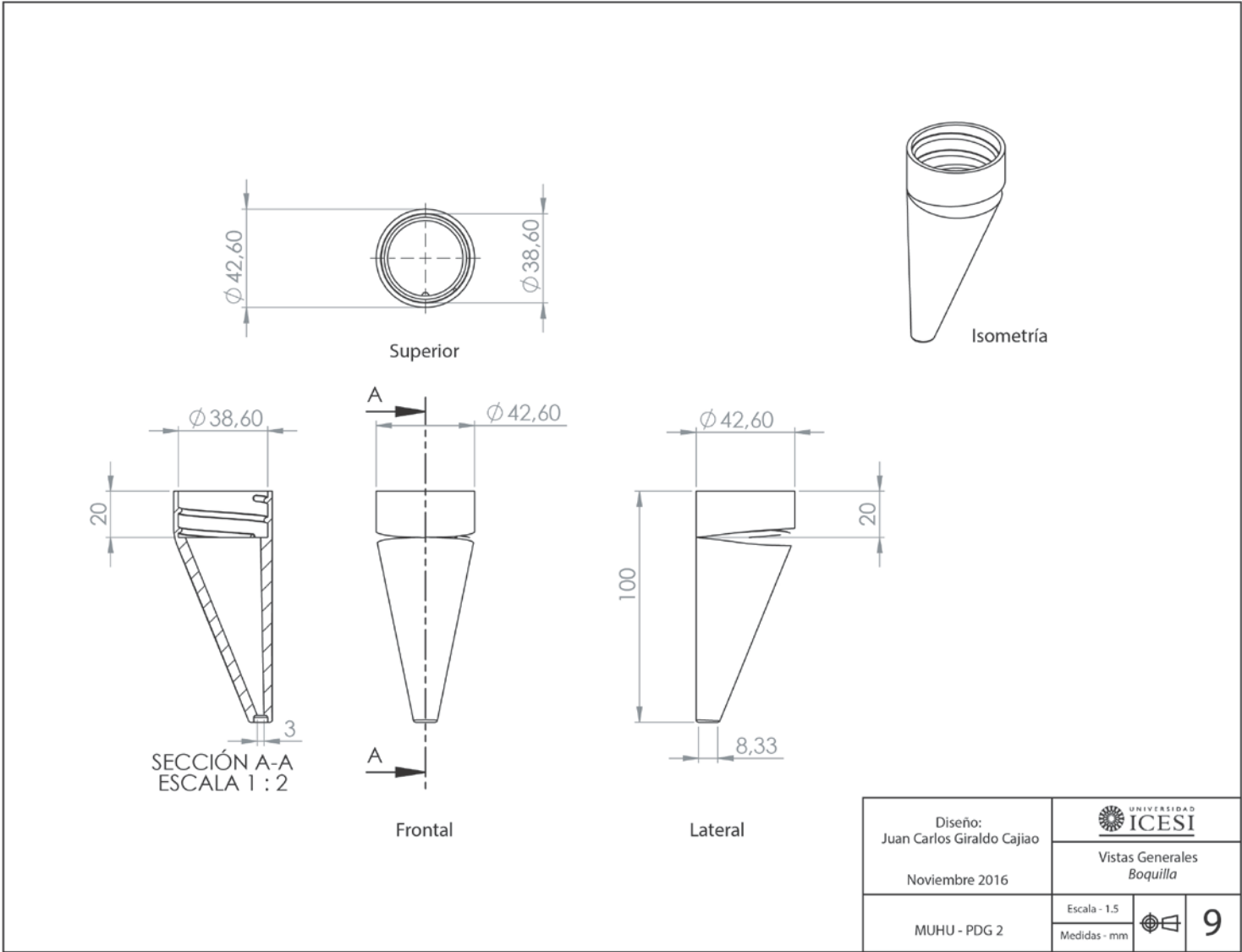


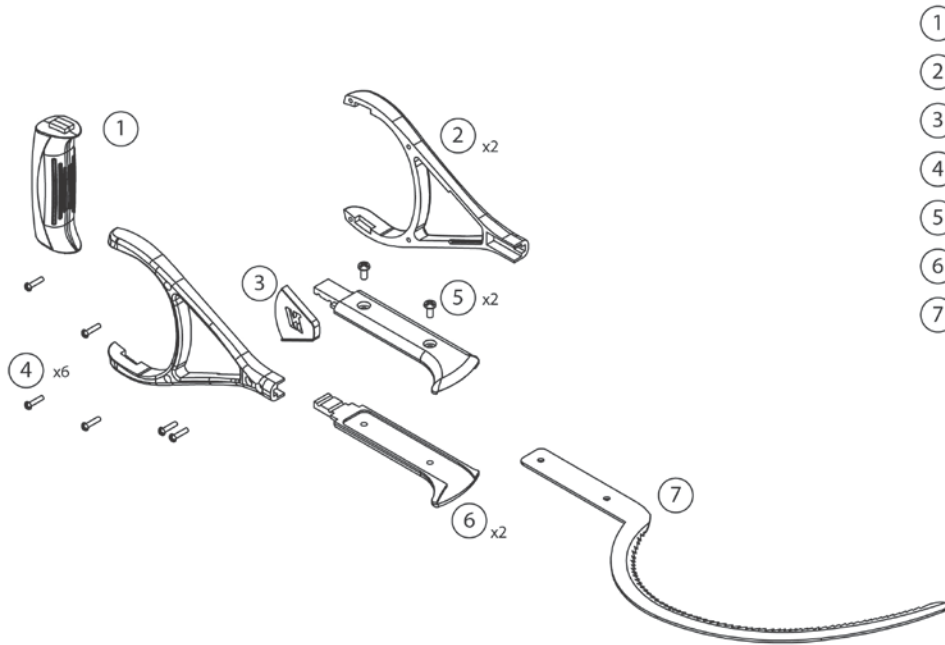




Diseño: Juan Carlos Giraldo Cajiao	UNIVERSIDAD ICESI	
Noviembre 2016	Vistas Generales <i>Tubo Contenedor</i>	
MUHU - PDG 2	Escala - 1.5 Medidas - mm	 7

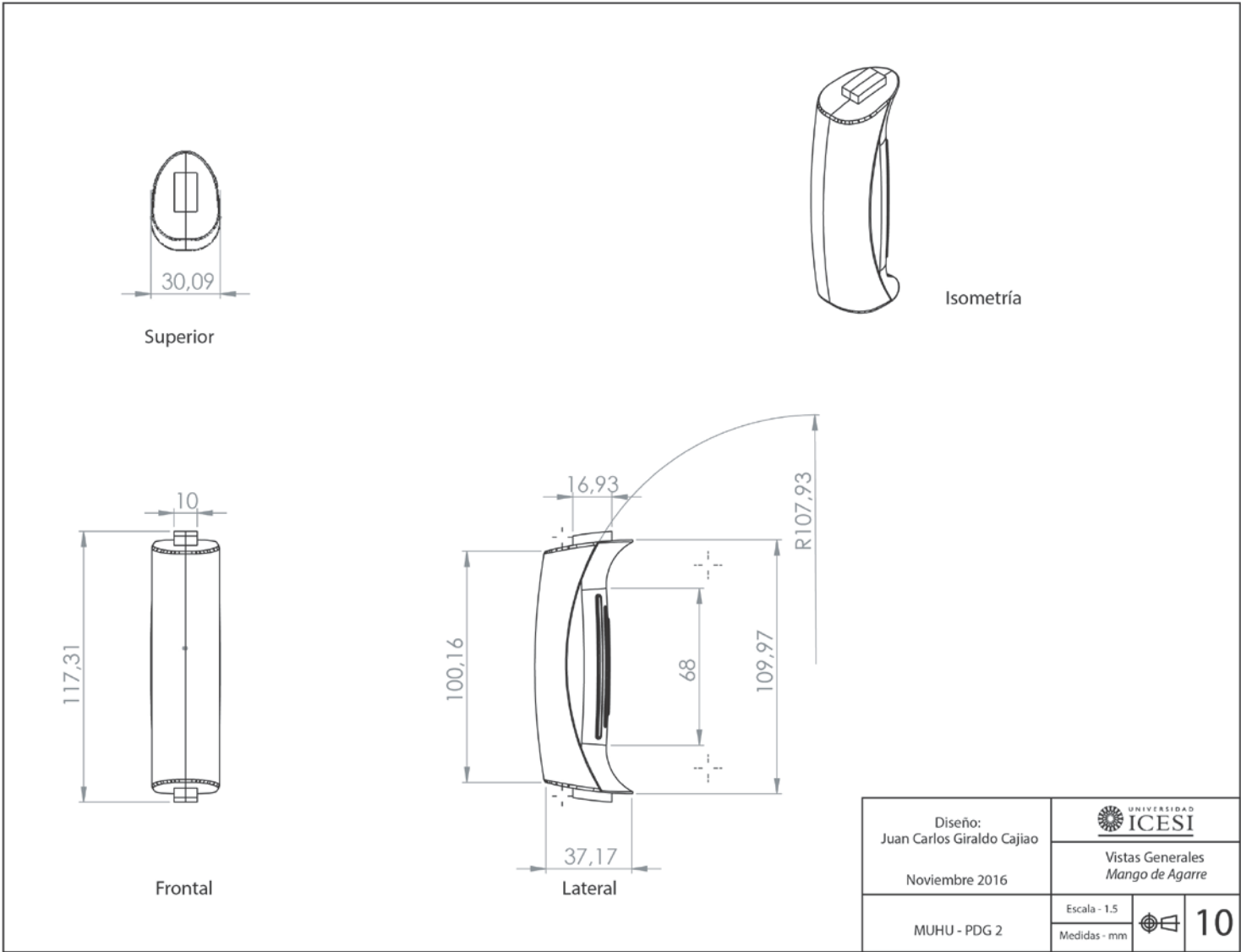


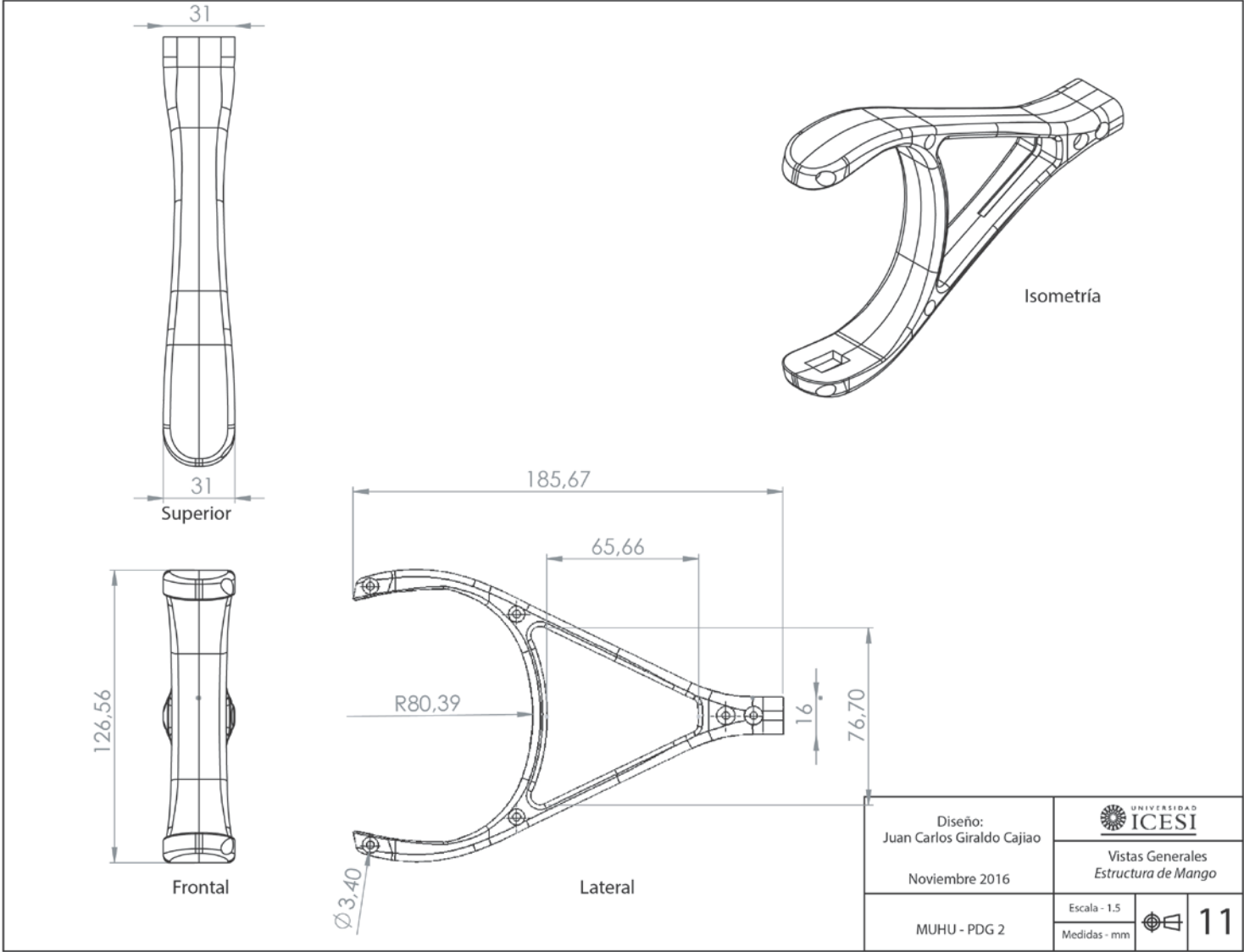


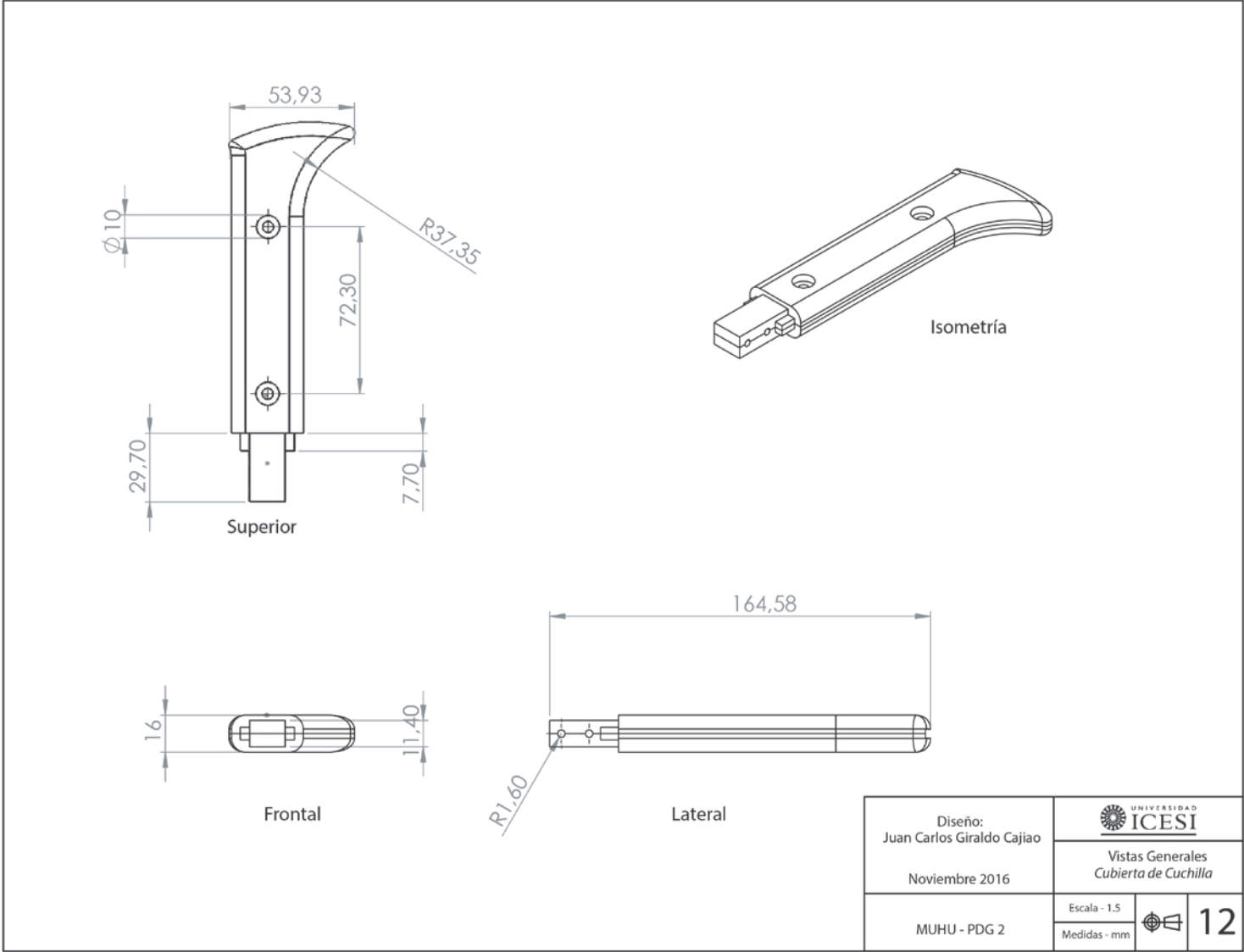


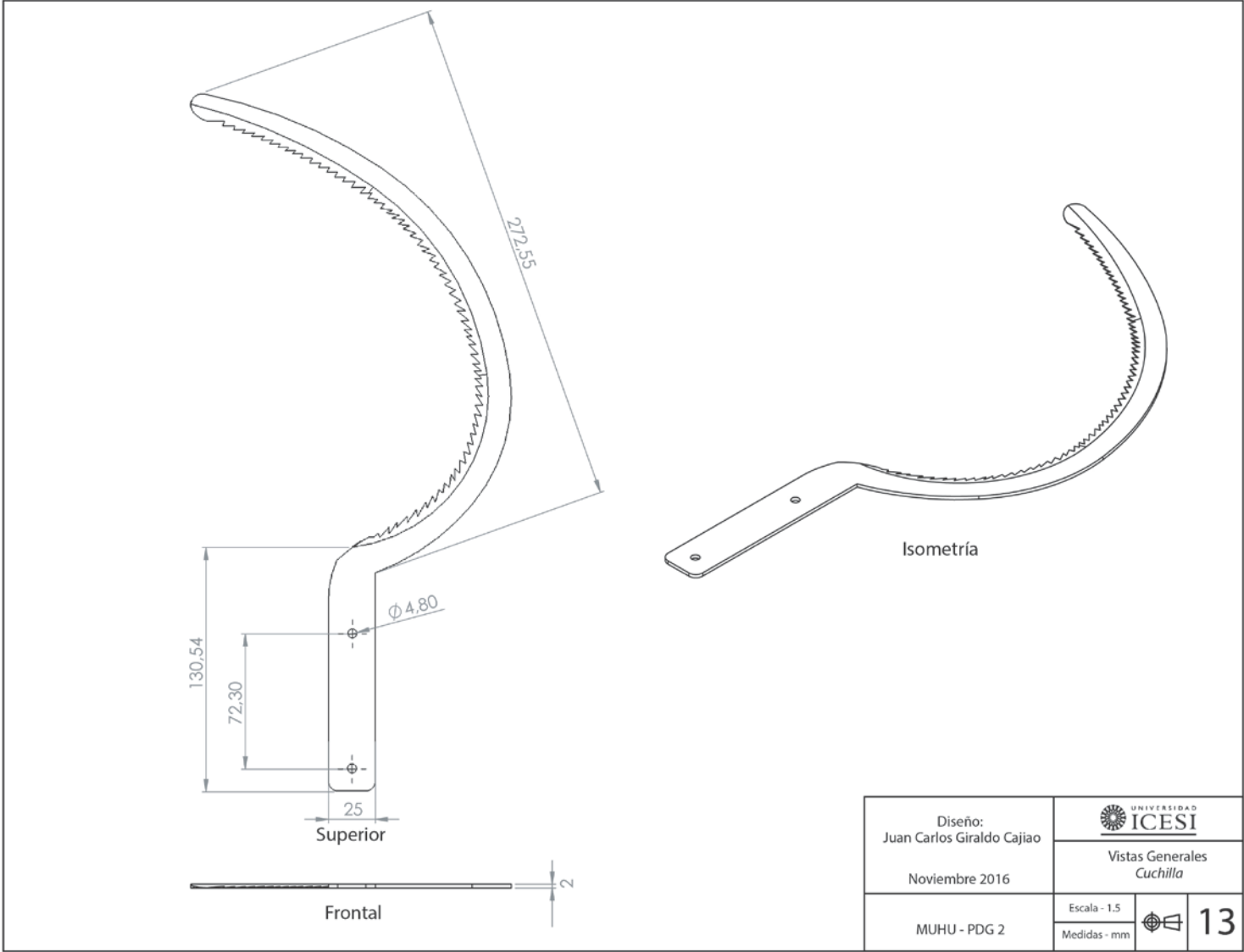
- ① Mango de Agarre
- ② Carcasa Mango de Agarre
- ③ Placa Marca
- ④ Tornillo 4 x 12 mm
- ⑤ Tornillo 4 x 10 mm
- ⑥ Carcasa Cuchilla
- ⑦ Cuchilla

Diseño: Juan Carlos Giraldo Cajiao Noviembre 2016		
	Despiece Cortador	
MUHU - PDG 2	Escala - 1.5	
	Medidas - mm	









Diseño: Juan Carlos Giraldo Cajiao	UNIVERSIDAD ICESI	
	Vistas Generales <i>Cuchilla</i>	
Noviembre 2016	Escala - 1.5	13
MUHU - PDG 2	Medidas - mm	

