INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

Tesis

"Mejoramiento del proceso de recolección de pimienta dioica en la región II del estado de Puebla"

PRESENTA:

JOSÉ ANTONIO HERRERA GUTIÉRREZ

CON NÚMERO DE CONTROL

18TE0009

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO

IMCT-2010-229

DIRECTOR DE TESIS:

MIM. LUÍS MANUEL GARCÍA MARTÍNEZ

"La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana"

TEZIUTLÁN, PUEBLA, ENERO 2022

PRELIMINARES

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi familia por todo el apoyo que me han brindado desde siempre, por educarme y hacerme un hombre de bien e inculcarme los valores que tengo. También doy gracias a Dios por permitirme concluir mis estudios universitarios al lado de mi familia. Gracias también a todos los docentes que he tenido el honor de ser su alumno y han sembrado en mi parte de su conocimiento, agradezco a mi asesor quien ha sido parte fundamental para lograr este trabajo.

Por último, agradezco a esas personas, clientes que recomiendan mi trabajo, ya que gracias a ello pude costear los gastos totales de mi carrera universitaria, sin ellos, este logro hubiera tomado más tiempo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis primeramente a mi familia por darme su apoyo durante este largo camino, por motivarme a continuar cuando dejé inconclusa la carrera de electrónica, también va dedicada a mi compañera de vida de los últimos 7 años, que me ha impulsado a no rendirme y ponerme el ejemplo de que si se puede concluir una carrera universitaria cuando el panorama se ve muy complicado.

La dedico de igual forma a las personas que han formado parte de todo este largo proceso, de una u otra manera aportaron algo en mi y me quedo con lo mejor de ellos, su amistad.

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo mejorar el proceso del corte de pimienta dioica en la región II del estado de Puebla, para con ello disminuir el riesgo por caídas en el personal de corte. El método por el cual se realiza actualmente el corte es de manera manual, aunque con un riesgo de sufrir algún accidente en el afán de acelerar el corte entre una rama y otra, sabiendo esto se propuso el diseño de una herramienta que le permitirá al cortador realizar el corte de pimienta de una manera mucho más segura y a su vez el tiempo del corte será mucho más rápido que el corte manual. El resultado de esto ayudará a reducir los tiempos de corte y con ello le permitirá al jefe de cortadores incrementar sus ganancias y con la incorporación de esta herramienta aumentar su campo de trabajo. El diseño de la herramienta que se presenta a continuación se enfoca principalmente a recudir accidentes, debido a que los actuales métodos de corte son rústicos y en algunas ocasiones peligroso. En el diseño de la herramienta se tomaron en cuenta las opiniones de las personas que realizan el corte de la pimienta, a partir de ahí se supo cómo debe realizarse el corte de la semilla, también el tipo de terreno en el que se utilizará dicha herramienta.

ABSTRAC

The objective of this research is to improve the dioecious pepper cutting process in region II of the state of Puebla, in order to reduce the risk of falls in cutting personnel. The method by which the cut is currently carried out is manually, although with a risk of suffering an accident in an effort to speed up the cut between one branch and another, knowing this, the design of a tool was proposed that will allow the cutter make the pepper cut in a much safer way and in turn the cutting time will be much faster than manual cutting. The result of this will help reduce cutting times and thereby allow the head cutter to increase his profits and with the incorporation of this tool increase his field of work. The design of the tool presented below is mainly focused on reducing accidents, because current cutting methods are crude and sometimes dangerous. In the design of the tool, the opinions of the people who cut the pepper were taken into account, from there it was known how the cutting of the seed should be done, as well as the type of terrain in which said tool will be used.

INTRODUCCIÓN

La razón por la cual se elaboró el diseño de esta herramienta es principalmente para reducir y tratar de eliminar el número de accidentes por el corte de pimienta dioica, teniendo así un corte seguro y a su vez más rápido con un corte adecuado y sofisticado. En cada capítulo que se mostrará a continuación se describe detalladamente cada proceso para llevar a cabo la investigación y finalmente la elaboración del diseño de la herramienta. Se encuentran primeramente las generalidades de la empresa que en este caso es el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, se describen las generalidades de la empresa, planteamiento del problema y la justificación del mismo, posteriormente se exponen las características del elemento con el que se va a trabajar el cual será la pimienta dioica, se estudió el proceso del cultivo, la tierra y clima en el que se localizan los huertos de pimienta, realicé algunas preguntas a cortadores de pimienta de una finca del municipio de Hueytamalco Puebla. Teniendo la información de las condiciones y dimensiones de los árboles de pimienta se procedió a realizar el prototipo del diseño de la herramienta en el software Solidworks en su versión 2021, con el fin de brindar al operador de la herramienta de corte seguridad en el proceso de la cosecha de la planta sin que ponga en peligro su integridad física, así mismo se pensó en diseñar un modelo sencillo de operar para que esto no sea un impedimento de que cualquier persona la pueda manejar. Luego mostrar los resultados obtenidos de acuerdo al proceso realizado en la investigación, para luego encontrar las correspondientes conclusiones producidas en la realización de este trabajo, seguido de esto se exponen las competencias desarrolladas durante la elaboración de este trabajo, así como el diseño de la herramienta de corte, posterior a ello se muestran las fuentes de información consultadas para llevar a cabo el proyecto.

ÍNDICE

PRELIMINARES II
AGRADECIMIENTOS III
DEDICATORIA IV
RESUMEN V
INTRODUCCIÓN VII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES X
ÍNDICE DE TABLAS XII
CAPITULO I 13
GENERALIDADES DEL PROYECTO 13
1.1 Descripción de la empresa 14
1.1.1 Datos generales de la Empresa 14
1.1.2 Misión 14
1.1.3 Visión 15
1.1.4 Política Ambiental 15
1.1.5 Política de Igualdad Laboral y no Discriminación 15
1.1.6 Caracterización del área de participación 16
1.1.7 Macro localización y micro localización 17
1.2 Planteamiento del problema 19
1.3 Objetivo General 19
1.3.1 Objetivos Específicos 20
1.4 Justificación 20
CAPITULO II 21
MARCO TEÓRICO 21
2.1 Pimienta Dioica 22
2.2 Árbol de pimienta dioica y sembradío 22
2.3 Parámetros Climatológicos 24
2.5 Bambú 27
2.6 Anatomía del bambú 30
2.7 Propiedades mecánicas del bambú 31
CAPITULO III 35

DESARROLLO Y METODOLOGÍA 35
3.1 Alcance y enfoque de la investigación 36
3.2 Hipótesis 37
3.3 Factibilidad 37
3.4 Diseño 37
3.5 Análisis para la propuesta de la herramienta 38
3.6.1 Propuestas de la herramienta de corte de pimienta dioica. 40
3.6.1.1 Primera propuesta de diseño. 40
3.6.1.2 segunda propuesta de diseño. 41
CAPITULO IV 51
RESULTADOS 51
4.1 Resultados esperados 52
4.2 Propuesta de recolección más adecuada 52
4.3 Análisis estático en piezas mecánicas 56
4.3.1 Cálculo de momento en la garrocha de bambú 56
4.3.2 Resultado del análisis estático de la cortadora. 57
CAPITULO V 61
CONCLUSIONES 61
5.1 Conclusión 62
5.2 Recomendaciones 62
5.3 Trabajos a futuro 62
CAPÍTULO VI 63
COMPETENCIAS DESARROLLADAS 63
6.1 Competencias desarrolladas 64
CAPÍTULO VII 66
FUENTES DE INFORMACIÓN 66
Bibliografía 67
CAPITULO VIII 70
ANEXOS 70
8.1 Anexo 1: Planos de la herramienta. 71
8.2 Anexo 2: Vistas explosionadas de la herramienta 74
8.3 Anexo 3: Descripción de elementos. 76

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Macro localización ITST; Fuente: Google Maps..... 17
Ilustración 2: Micro localización ITST; Fuente: Google Maps..... 18
Ilustración 3: Pimienta dioica; Fuente: NaturaLista. 22
Ilustración 4: Árbol de pimienta; Fuente: DocPlayer.es. 23
Ilustración 7: Grafica de países destino de la pimienta; Fuente: Datos proporcionados por la empresa Asociaciones Agroindustriales 26
Ilustración 9: Plantíos de bambú; Fuente: 8https://www.gob.mx/conafor/es/articulos/bambu-la-planta-de-los-mil-usos. 27
Ilustración 10: Estructura de techo de bambú; Fuente: https://www.gob.mx/conafor/es/articulos/bambu-la-planta-de-los-mil-usos. 28
Ilustración 11: Estructura interna del bambú: Fuente: debambu.info 31
Ilustración 12: Propiedades mecánicas del bambú; Fuente: huellasdearquitectura.com. 32
Ilustración 13: Anatomía del bambú; Fuente: huellasdearquitectura.com. 33
Ilustración 14: Corte de pimienta; Fuente: Propia. 36
Ilustración 15: Cabezal de máquina vareadora; Fuente: Patentados.com 38
Ilustración 16: Mecanismo de recolección de pimienta del diseño; Fuente: Aldahir González. 39
Ilustración 17: vista general de la herramienta; Fuente: Aldahir González. 39
Ilustración 18: Parte superior del diseño de la herramienta; Fuente: Propia. 40
Ilustración 19: Vista general del rediseño de la herramienta; Fuente: Propia. 42
Ilustración 20: Longitud de la garrocha; Fuente: Propia. 43
Ilustración 21: Pesado de la garrocha de bambú; Fuente: Propia. 44
Ilustración 22: Control de la herramienta; Fuente: Propia. 45
Ilustración 23: Base del control de la herramienta; Fuente: Propia. 45
Ilustración 24: Sujetador con la carcasa para el sistema electrónico; Fuente: Propia. 46
Ilustración 25: Garrocha de bambú; Fuente: Propia. 46
Ilustración 26: Edición de material de la garrocha; Fuente: Propia. 47
Ilustración 27: Balero; Fuente: Propia. 47
Ilustración 28: Sujetador de la caja de la cortadora; Fuente: Propia. 48

Ilustración 29: Sujetador; Fuente: Propia. 49
Ilustración 30: Caja de la cortadora; Fuente: Propia. 49
Ilustración 31: Aspas de la herramienta; Fuente: Propia. 50
Ilustración 32: Cortadora vista superior; Fuente: Propia. 52
Ilustración 33: Vista inferior de la cortadora; Fuente: Propia. 53
Ilustración 34: Vista frontal de la cortadora; Fuente: Propia. 54
Ilustración 35: Vista lateral de la herramienta; Fuente: Propia. 55
Ilustración 36: Control de operación de la herramienta; Fuente: Propia. 55
Ilustración 37: Diagrama de cuerpo libre; Fuente: Propia. 56
Ilustración 38: Simulación en SolidWorks del momento; Fuente: Propia. 57
Ilustración 39: Datos de la malla aplicado a la cortadora; Fuente: Propia. 58
Ilustración 40: Análisis de tensiones en la cortadora; Fuente: Propia. 58
Ilustración 41: Pesado del prototipo de la cortadora; Fuente: Propia. 59
Ilustración 42: Vista frontal del prototipo; Fuente: Propia. 59
Ilustración 43: Vista inferior del prototipo; Fuente: Propia. 60
Ilustración 44: Uso de la cortadora; Fuente: Propia. 60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Zona de influencia de producción; Fuente: A. A. S. S.A. de C.V. 25

Tabla 2: Comparación de ventas anuales; Fuente: A. S. S. S. A. de C. V. 25

Tabla 3: Exportación de pimienta por parte de la empresa; Fuente: Datos proporcionados por la empresa Asociaciones Agroindustriales. 26

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Descripción de la empresa

Teziutlán ha sido históricamente un polo de desarrollo económico en la región nororiental de Puebla. La actividad industrial siempre va acompañada del crecimiento de otras actividades económicas, como el comercio, el transporte, los servicios financieros y la educación de manera muy especial.

Su objetivo es lograr una educación de alta calidad, moderna, eficaz, orientada al servicio y más cercana a las necesidades. e intereses de la gente.

1.1.1 Datos generales de la Empresa

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán es una institución educativa de nivel superior técnico universitario ubicada en Teziutlán, que corresponde al estado de Puebla. Actualmente ofrece diferentes profesiones, tales como: ingeniería industrial, ingeniería de gestión empresarial, ingeniería en industria alimentaria, ingeniería de sistemas informáticos, ingeniería en informática e ingeniería mecatrónica, así como una maestría en sistemas informáticos.

- Dirección

Fracción I y II S/N, Aire Libre, Teziutlán, Puebla; C. P. 73960.

- Giro de la empresa

Es una institución de educación superior pública con giro terciario.

1.1.2 Misión

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán tiene como misión, formar Profesionales que se constituyan en agentes al cambio y promuevan el desarrollo integral de la sociedad, mediante la implementación de procesos académicos de calidad.

1.1.3 Visión

Ser la institución de educación superior técnica más reconocida del estado de Puebla, brindando un proceso docente certificado y contribuyendo al desarrollo sostenible, económico, político y social de nuestro país.

1.1.4 Política Ambiental

El entendimiento del Instituto Técnico Superior Teziutlán se basa en el alcance de su mantenimiento y mejoramiento del sistema de gestión ambiental con base en la norma ISO 14001: 2015 para prevenir la contaminación, uso sostenible de los recursos, mitigación y adaptación al cambio climático, protección de la biodiversidad y educación Medio ambiente ecosistemas relacionados, cumplir con estos requisitos legales y otros requisitos establecidos en sus aspectos ambientales, y mejorar el desempeño ambiental

1.1.5 Política de Igualdad Laboral y no Discriminación

El tecnológico Nacional de México expresa su compromiso con la protección de los derechos humanos a través de su Director General, por lo que, en el ámbito de su mandato, garantizará el principio de igualdad sustantiva entre hombres y mujeres en el ejercicio de los derechos laborales. Además del derecho básico a no ser discriminado en el proceso de admisión, formación y promoción profesional, salvo en las condiciones laborales, las autoridades prohíben el abuso, la violencia y la segregación entre personas y personas por motivos de raza u origen étnico, apariencia, cultura, género, género, edad, discapacidad, situación social o económica, estado de salud, embarazo, idioma, religión, opinión, preferencia sexual, estado civil, cualquier forma de distinción, exclusión o restricción, situación migratoria o cualquier otra, tiene derecho a prevenir o cancelar reconocimiento o ejercicio e igualdad de oportunidades.

1.1.6 Caracterización del área de participación

División de ingeniería Mecatrónica: La división de la carrera de ingeniería Mecatrónica está conformada por un grupo de docentes y un jefe de carrera, cuya intención es guiar a los jóvenes para lograr los alcances de la ingeniería.

Un egresado de Ingeniería Mecatrónica tendrá la capacidad de analizar, criticar e innovar, lo que le permitirá diseñar, proyectar, construir, innovar y gestionar sistemas de control y automatización industrial con métodos modernos para satisfacer las necesidades de los sectores de producción y servicios, así como el uso eficiente, económico y sostenible de los recursos.

Laboratorios de ingeniería mecatrónica:

- Mecatrónica: El Laboratorio de Mecatrónica permite a los estudiantes comprender mejor los fenómenos eléctricos, mecánicos y neumáticos y el conocimiento de los procesos de producción en la práctica; ensamblaje y prueba; a través de componentes físicos o programas informáticos. Brinde oportunidades de montaje, desmontaje y programación utilizando componentes reales como pistones neumáticos, válvulas, sensores y PLC.
- Manufactura: Laboratorio de Manufactura (Procesos de Fabricación) El laboratorio de fabricación permite a los estudiantes participantes ser sensibles al impacto técnico de la ingeniería de procesos de fábrica. Para lograrlo se apoya en metodología, infraestructura y un diseño de prácticas, en las cuales son necesarias las herramientas convencionales como lo son: torno, fresadora, soldadora y cortadora manual.
- Electricidad: Laboratorio conformado con herramientas que permiten al universitario la elaboración de prácticas eléctricas conforme a motores y transformadores.

- Electrónica: El equipo con el que cuenta son fuentes regulables de alimentación, computadoras que permiten la simulación y desarrollo de circuitos electrónicos, cautines, osciloscopios, multímetros.
- Ergonomía: El laboratorio de ergonomía cuenta con dos cabinas ergonómicas que están diseñadas para analizar las condiciones óptimas de un espacio de trabajo integro.
- Simulación: Laboratorio con equipo de cómputo que permite que el alumno utilice distintos softwares como Maple, Minitab, Geogebra, AutoCAD, SolidWorks, Catia, etc.; para fortalecer los aprendizajes en distintas materias.
- Idiomas: Al igual que el laboratorio de simulación, cuenta con equipo de cómputo destinado a ser utilizado como soporte para la asignatura de inglés.

1.1.7 Macro localización y micro localización

El Instituto Tecnológico Superior Teziutlán es una institución de educación superior ubicada en la ciudad de Teziutlán, correspondiente al estado de Puebla.

Ilustración 1: Macro localización ITST.

Fuente: Google Maps, 2021

Ilustración 2: Micro localización ITST

Fuente: Google Maps, 2021

1.2 Planteamiento del problema

Hoy en día las técnicas utilizadas para la recolección de corte de la pimienta en la región se realizan manualmente y dependiendo de la altura del árbol se puede realizar el corte sin necesidad de utilizar alguna escalera, ya que existen árboles pequeños pero ya produciendo pimienta, existen árboles que llegan a medir de 6 a 10 metros de altura, en éste tipo de árboles es dónde la integridad del cortador se pone en riesgo ya que en el afán de realizar su trabajo deben utilizar escaleras o andamios para llegar a las ramas y cortar la pimienta, pueden tener una caída a esas alturas y causar desde unos simples raspones hasta heridas más graves como fracturas de alguna extremidad o en la columna vertebral, así como graves lesiones en la cabeza y en órganos internos.

Como en cualquier industria, reducir el tiempo empleado en una tarea sin disminuir la producción reflejará mayores ganancias, en la producción de pimienta no es la excepción ya que como se mencionó en el punto anterior existen árboles que requieren la implementación de andamios o escaleras, esto requiere un tiempo extra y de personal que se ve involucrado en instalar o trasladar los andamios para llevarlos al árbol a cosechar.

Como se expuso en los puntos anteriores el corte de manera tradicional pone en riesgo la integridad física de los cortadores, es por ello que con esta herramienta se pretende evitar accidentes ya que se evitará la necesidad de utilizar escaleras o andamios, obteniendo así una cosecha segura y también de fácil transportación que agilizará la producción de corte.

1.3 Objetivo General

Mejorar el proceso de la recolección de pimienta dioica en la región II del estado de Puebla, reduciendo el riesgo de accidentes y acelerar la producción.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Investigar las características del árbol de pimienta y su fruto, para diseñar una herramienta de corte acorde a las necesidades del productor.

- Diseñar el prototipo en diseño CAD SolidWorks 2021, para validar el prototipo por el método de elementos finitos.

- Realizar pruebas con la estructura del prototipo para comprobar que su funcionamiento sea el deseado.

1.4 Justificación

La presente investigación se enfoca en estudiar y analizar los actuales métodos de corte y recolección de la pimienta dioica en la región II del estado de Puebla. Este trabajo permitirá comparar los cambios desde el inicio hasta hoy en día en el proceso de recolección de pimienta para poder realizar una adecuada aportación a este sector productivo. Es importante la realización de esta investigación porque se lograrán conocer las dificultades y riesgos con los que actualmente se labora y así poder reducirlos considerablemente o eliminarlos por completo. Esto a su vez, conllevará a que los más beneficiados sean los dueños de las fincas de pimienta, ya que además de reducirse el riesgo de accidentes en el corte de la pimienta, el tiempo de corte también será reducido porque evita el tiempo empleado en la instalación de andamios y colocación de escaleras.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Pimienta Dioica

La pimienta dioica pertenece al reino de las plantas, división: magnoliophyta comúnmente llamadas plantas con flores o plantas florales, género: pimienta, especie: Pimienta Dioica.

Ilustración 3: Pimienta dioica

Fuente: NaturaLista, 2018.

La pimienta dioica también conocida como pimienta Jamaica, pimienta dulce, pimienta guayabita, pimienta inglesa o malagueta. Esta especie proviene del árbol llamado Pimienta Dioica, los productos secos se emplean como condimento en diversos platillos y puede combinar con otras especias en diversos tipos de platillos, su sabor y olor característico es similar al aroma del clavo, algunos la asocian al olor de la canela, pimienta negra o la nuez moscada. Sus hojas son simples y opuestas. Al estrujaras emanan un olor a pimienta muy peculiar. Se desarrolla en climas cálidos con lluvias la mayor parte del año y los climas subhúmedos con lluvias en verano. Prospera en diversos tipos de suelos, como los arcillosos, los negros rocosos, profundos, lateríticos con textura migajón-arcillo, entre otros. La altitud sobre el nivel del mar, se obtendrá una pimienta de mayor calidad si esta crece en regiones por debajo de los trescientos metros sobre el nivel del mar. (Castelan, s.f.)

2.2 Árbol de pimienta dioica y sembradío

Las plantaciones de estos árboles se acostumbran enterrar tres plantas macho por una planta hembra, la plantación se realiza en cepas de veinte centímetros

cuadrados por cuarenta centímetros hacia abajo. Si es el único cultivo sobre el terreno, la distancia entre las plantas debe ser de doce metros. Las ramas secas del árbol se podan en cualquier mes del año.

Ilustración 4: Árbol de pimienta

Fuente: DocPlayer.es., 2017

También se podan cuando se cosecha el fruto, la cosecha se realiza entre julio y septiembre, pero puede adelantarse o retrasarse según las condiciones climáticas de cada año y región. Como son árboles de gran altura la cosecha se realiza subiéndose a las ramas para cortar los frutos con la mano. Las bayas de los árboles se cortan cuando son semiverdes, cuando pasan cinco días de ponerse al sol obtienen un color café rojizo.

El árbol mide por lo menos seis metros algunos llegan a crecer hasta doce metros de altura teniendo un diámetro de 20 a 50 centímetros. La región donde prospera mejor es en la vertiente del Golfo de México desde la península de Yucatán hasta el norte de Puebla abarcando Veracruz. Cuando se planta en terrenos de menos de trescientos metros sobre el nivel del mar la pimienta será una cosecha de primera calidad.

La plantación de semillas para una producción comercial son los llamados guacos o gemelos, se les llama así a las semillas que producirán plantas hembra. (García, El país.com, 2020)

2.3 Parámetros Climatológicos

- Precipitación pluvial de 1,500 a 2,500 milímetros anuales.
- Temperatura media anual (de 22° a 29° C.).
- Pendiente de hasta el 12 por ciento.
- Vientos no mayores a 90 km /hr.
- Edáficos (suelos).
- Muy buen drenaje.
- Profundidad de más de 1 metro.
- De textura arcillosa a franco arenosa.
- Suelos arcillosos.
- PH de 4 a 5.9.

2.4 Producción de pimienta en la región

La pimienta a nivel regional, hablando de la región II del estado de Puebla, se podría decir que es un producto de un 90% de exportación, ya que representa para el productor su principal fuente de ingresos. La pimienta se logra comercializar cumpliendo algunas necesidades específicas de los mercados, que primariamente demandan un producto limpio, cuidado, sano y sin defectos físicos, que se logre encontrar de manera constante y disponible para sus necesidades. Satisfacer esta demanda requiere aumentar la producción y mantener los cuidados en el campo o finca como se le nombra en algunas zonas, en el beneficio que se encarga del secado y limpieza de la pimienta y empaque, la empresa Asociaciones Agroindustriales Serranas S.A. de C.V., es una empresa que se encuentra en la región y produce y comercializa café (cereza, pergamino y oro), cacao (en baba y seco), pimienta (verde y seca) en los estados de Chiapas, Veracruz, Tabasco y Puebla, teniendo sus oficinas centrales y algunas de sus instalaciones de procesos de pimienta y café, en la ciudad de Tlapacoyan, Ver. Abastece de la producción que proviene de Puebla, Veracruz y Chiapas; la producción del cacao se localiza en Tabasco y Chiapas y si hablamos de la pimienta, la producción proviene de los estados de Veracruz, Puebla y Tabasco.

Para el funcionamiento de la empresa, requiere de manera permanente y directa a treinta personas, de esas 30, 23 son distribuidas en procesos administrativos y los siete restantes son operativos.

A continuación, se muestra una tabla que muestra la influencia y tamaño que tiene dicha empresa en los estados anteriormente enlistados.

Tabla 1: Zona de influencia de producción

Zona de influencia	Region	Productores	Ha.
Veracruz	**Tlapacoyan**	**8,767**	**9,450**
Tabasco	**Chontalpa**	**7,680**	**9,600**
Puebla	**Sierra Nororiental**	**6,935**	**8,535**
Chiapas	**Soconusco**	**1,862**	**2,500**

Fuente: A. A. S. S.A. de C.V, 2019

A continuación, se presenta una tabla comparativa con las ventas total anuales del año 2016 con respecto a las del 2015.

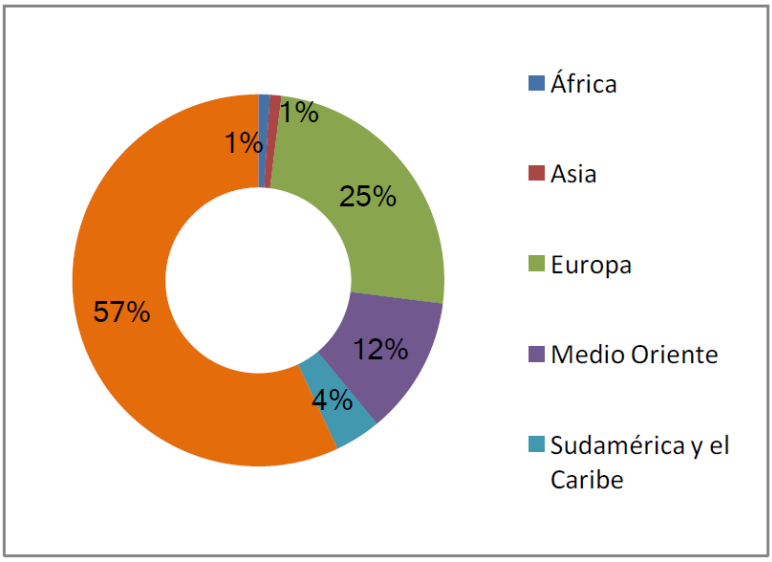
Tabla 2: Comparación de ventas anuales

Año	**2016**	**2015**
Ventas anuales	206 mdp	214 mdp
Ventas totales	50 mdp	48 mdp

Fuente: A. S. S. S. A. de C. V.,2019

Y en la siguiente ilustración se muestra en gráfica los países de destino que tiene la pimienta:

Ilustración 5: Grafica de países destino de la pimienta



Fuente: Datos proporcionados por la empresa Asociaciones Agroindustriales, 2019

A continuación, se representa la importación de la empresa desde el año 2013 al año 2016.

Tabla 3: Exportación de pimienta por parte de la empresa

Cosecha	Exportación de pimienta gorda (Ton)	Exportación de pimienta de AAS (Ton)
2016	6,783	1,492
2015	8,074	1,681
2014	7,802	1,073
2013	6,376	602

Fuente: Datos proporcionados por la empresa Asociaciones Agroindustriales, 2019

2.5 Bambú

Para la herramienta a proponer se utilizará una garrocha de bambú, para poner en contexto sobre esta planta se celebra todos los años en el Día Mundial del Bambú, el 18 de septiembre. Aunque asociamos esta vegetación con la cultura oriental, los registros de investigaciones arqueológicas muestran que se ha utilizado desde el período geológico plioceno en Argentina, Ecuador y Colombia, y se ha utilizado en el proceso de desarrollo humano desde entonces. Aunque no hay duda de que la importancia del bambú siempre ha estado en China, existen 1.048 usos diferentes del bambú en procesos industriales en todo el mundo. Aunque no hay especies de bambú endémicas en México, existen especies nativas porque hay 36 especies de bambú leñosas y 4 herbáceas registradas. Entre las especies de bambú que se cultivan en México destacan los bambúes comúnmente llamados guaduas, cañizo y caña brava. (Forestal, 2020)

Ilustración 6: Plantíos de bambú;

Fuente: https://www.gob.mx/conafor/es/articulos/bambu-la-planta-de-los-mil-usos., 2018

En México, representado por el género Guadua, existen cinco especies nativas: G. aculeata, G. amplexifolia, G. longifolia, G. paniculata y G. velutina.

La mayor cantidad de especies-Tamaulipas, Michoacán, Colima, etc. Desde el nivel del mar hasta más de 4000 metros sobre el nivel del mar, podemos encontrar bambú.

Es utilizado por comunidades rurales por ser un material fuerte, duradero y duradero, utilizado principalmente en la construcción de cuartos de pared o alfajías utilizadas como cielorrasos. También se usa para hacer hilos para tejer escaleras, construir andamios, como cerca viva y como medicina curativa en la medicina herbal mexicana.

Ilustración 7: Estructura de techo de bambú

Fuente: https://www.gob.mx/conafor/es/articulos/bambu-la-planta-de-los-mil-usos., 2018

En el jardín botánico "Francisco Javier Clavijero" del Instituto Ecológico AC en Xalapa, Veracruz, a través de la cooperación interinstitucional e internacional, se está formando una colección de bambú nativo mexicano, la primera colección de este tipo en América Latina, un prototipo de su propia colección para otros países.

Conafor ha realizado aportes en investigación y metodología para optimizar el uso del bambú en la construcción de viviendas en comunidades forestales que cuentan

con este recurso, la construcción de muebles y ha impulsado proyectos para el uso de este material en diversos productos.

El bambú, como una de las primeras herramientas de construcción, ha sido y sigue siendo una tecnología tradicional, sostenible, económica, flexible y resistente, lo que atrae la atención de diseñadores, arquitectos e ingenieros para integrarlo en las construcciones más modernas. (Haros, s.f.)

Como una de las primeras herramientas de construcción, el bambú ha sido y seguirá siendo una tecnología tradicional, sostenible, económica, flexible y duradera que ha atraído la atención de diseñadores, arquitectos e ingenieros y la ha integrado en los edificios más modernos.

El bambú ha sido utilizado por los humanos para aumentar la felicidad y la comodidad desde la antigüedad. Hoy en día, este material natural sigue aportando beneficios a diferentes industrias: textil, alimentaria, papelera, agrícola, artesanal y por supuesto de la construcción. Para los humanos, el bambú es un excelente sustituto de costosos materiales de construcción (como cemento y ladrillos), así como una fuente de absorción de dióxido de carbono y madera en los árboles, ya que tarda unos cinco años en renovarse, lo que significa que, en comparación con los pinos, su rendimiento es cuatro veces mayor.

Según Juan Carlos Rodríguez Romo del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, "El bambú como material de construcción", el 73% de los habitantes de Bangladesh tiene este tipo de tipos de vivienda; Guayaquil es otra ciudad muy utilizada, persiguiéndola con un 50% de casas de bambú. , que no solo se enriquecen por sus características, sino también "sísmicas" por su resistencia y flexibilidad.

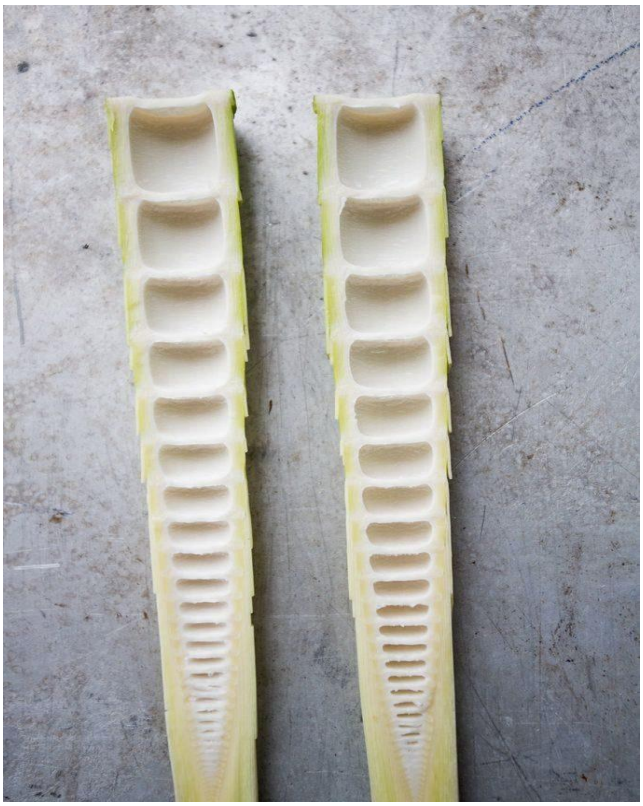
La arquitecta Nelly Belinda Falck de la Universidad Autónoma de Guadalajara, en su artículo "Bambú usado como material de construcción", asegura que una de las

mejores especies de bambú para construcción es la guadua, por ser una de las más duraderas. Además, reconoce los avances logrados con este material, puesto que en Colombia y otros países han vendido guadua para plataformas y frameworks. (Nieto, 2014)

2.6 Anatomía del bambú

El bambú es un material anisotrópico, es decir, sus propiedades verticales y horizontales son completamente diferentes. La dirección longitudinal está hecha de fibras de celulosa de bambú resistentes y duras. Horizontalmente, el bambú se compone principalmente de lignina, que es suave y quebradiza. Por lo tanto, el bambú es un material compuesto reforzado de una cara con una capacidad tangencial relativamente pequeña. La contracción del nodo es 4 veces mayor que la contracción del entrenudo (la parte hueca entre dos nodos). Esto da como resultado una mayor cantidad de fibras de refuerzo entre los nodos, pero una menor cantidad de fibras de refuerzo en los nodos. (deBambú, 2020)

Ilustración 8: Estructura interna del bambú



Fuente: debambu.info, 2021

2.7 Propiedades mecánicas del bambú

Como material de construcción, el bambú es estructuralmente comparable al acero, el hormigón o la madera, pero como origen orgánico, con más de 1.000 especies distribuidas por todo el mundo, es casi imposible definir con precisión sus propiedades mecánicas. Especies de bambú, clima, suelo… todas son variables que afectarán a sus características.

Si se quiere que el bambú juegue un papel estructural, primero se debe considerar que alcanza la máxima resistencia a los 3 años de crecimiento, característica que no cambia con la edad, sino que depende del proceso de obtención y curación. (Satiago, 2009)

Antes de comprender sus propiedades mecánicas, primero comprendamos las propiedades físicas de esta hierba. Debido a que su tallo es cónico, su tamaño cambia con la altura. Como promedio, podemos estimar lo siguiente:

- La altura varía de 18 a 30 m, dependiendo de la especie y la edad.
- El diámetro del fondo es de 20 a 8 cm y el diámetro del extremo superior es de 3 cm.
- El grosor del fondo es de 2 a 2,5 cm y el grosor de la parte superior es de 1 cm.
- La distancia entre los nudos de la base es de 7 a 10 cm y la altura es de 25 a 35 cm.

Afortunadamente, el interés por comprender los límites del trabajo con bambú ha sido suficiente para que muchos profesionales realicen diversas pruebas, permitiéndonos comprender mejor como trabaja este material. Entre todos los estudios realizados, el profesor Jansen (1980) realizó un estudio comparando las características del bambú con los materiales más utilizados en la construcción. (McClure F. , 2015)

Ilustración 9: Propiedades mecánicas del bambú

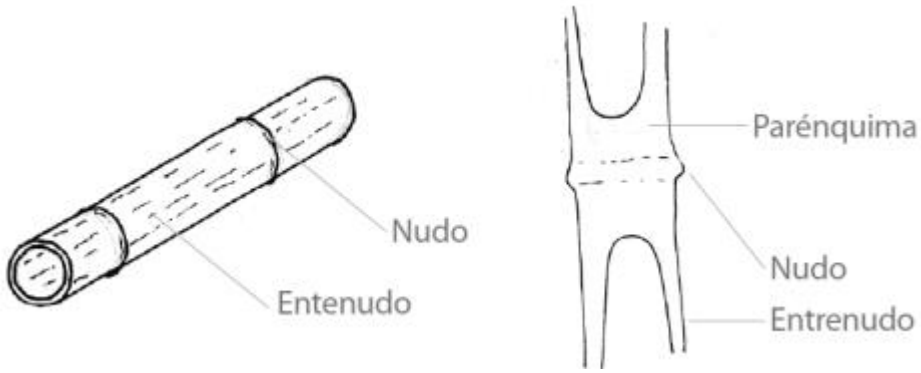
Resistencias obtenidas de pequeñas probetas - Janssen (1980) - Variedad Bambusa Blumeada en condición seca	
Compresión (Kg/cm2)	825
Flexión (Kg/cm2)	856
Módulo de elasticidad (Kg/cm2)	203.873
Cortante (Kg/cm2)	23
Tracción paralela a la fibra (Kg/cm2)	2.038 - 3.058

Fuente: huellasdearquitectura.com, 2015

La alta resistencia de estas varillas en relación a su peso se debe principalmente a su singular estructura física: forma redonda, sección hueca y tabiques transversales rígidos, que les permiten doblarse sin romperse. Este refuerzo natural da como resultado un valor de resistencia elevado en relación con su masa, cercano al valor de resistencia del acero. De hecho, debido a estas características, "el bambú solo

necesita el 57% de su masa cuando se usa como viga y solo el 40% cuando se usa como pilar". (McClure F. , 2015)

Ilustración 10: Anatomía del bambú



Fuente: huellasdearquitectura.com, 2015

Si lo comparamos con la madera, aunque su composición química es casi la misma, la rigidez del bambú es en realidad el doble. Se cree que esto puede deberse a los diferentes ángulos de disposición de la celulosa, las microfibras y los ejes de las celdas El valor utilizado para la madera es 20 ° y el valor para el bambú es 10 °. El bambú es conocido por su resistencia y su potencial como material de construcción es incuestionable. Desafortunadamente, todavía es uno de los desconocidos en esta industria, o en el mejor de los casos, fue degradado a un uso más accesorio o temporal. En cualquier caso, esta desconfianza se deriva de muchas de sus limitaciones. Si juntamos estos datos con la experiencia de las personas que eligieron este material, podemos sacar algunas conclusiones y sugerencias constructivas:

- La resistencia al cizallamiento es la peor característica del bambú, aunque hay una gran mejora en los nódulos. Esto generalmente conduce a una solución en paralelo o de tres barras.
- La resistencia a la compresión proporciona un buen valor, aunque se obtiene teniendo en cuenta el pandeo cero de la pieza que de producirse Puede

resultar muy perjudicial para las estructuras de bambú, por lo que de la misma forma se suelen utilizar pilares compuestos por varias varillas.

- La mejor propiedad mecánica del bambú es sin duda su alta resistencia a la tracción, ya que es paralelo a la fibra (200-300 MPa) y puede ser cuatro veces superior a la resistencia a la compresión de la misma especie. La resistencia a la tracción es mayor que la resistencia a la flexión, seguida de la resistencia a la compresión. Aun así, debido a que es difícil hacer juntas de tracción, la estructura de bambú está mejor diseñada para usarse principalmente para flexión y compresión.
- La resistencia a la tracción de la corteza de bambú es mucho mayor que su anillo interior. Por esta razón, es extraño que las barras con una sección transversal más pequeña tiendan a tener mejores propiedades de flexión que otras barras más gruesas. La respuesta está En relación con toda la sección, este valor disminuye con el espesor de la barra de acero.
- Si la tensión ocurre perpendicular a la pared de bambú, la resistencia se reducirá porque la fibra es fácil de descomponer. Esto también está relacionado con el agrietamiento de la superficie que experimentan muchas especies de bambú durante el proceso de secado. Esto sucede cuando el estrés generado durante el proceso de secado es mayor que la resistencia del bambú a la tensión perpendicular a la fibra. En otras palabras, los postes de bambú son fáciles de romper, por lo que nunca se usan clavos para las juntas. (Rojas, s.f.)

CAPÍTULO III

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

3.1 Alcance y enfoque de la investigación

La propuesta de la herramienta pretende ayudar al cortador a evitar accidentes, al productor realizar una cosecha más rápida sin poner en riesgo a sus trabajadores, es por ello que primero se necesitaron realizar una serie de investigaciones que ayudaran a conocer las propiedades físicas del producto con el cual se iba a trabajar y por el cual se realizaría posteriormente una propuesta de una herramienta recolectora de pimienta. Para ello serealizó una visita a una finca situada en el municipio de Hueytamalco Puebla, estando ahí un cortador que realiza este tipo de actividades, desde el plantado de la semilla hasta el corte del producto final, tuvo la amabilidad de permitir cortar algunas "bolitas" de pimienta, esto con el fin de saber que tan resistente es el tallo que sostiene las panículas o en algunos casos las bolitas de pimienta, y a partir de ahí saber qué tipo de diseño sería el adecuado en la herramienta a proponer.

Ilustración 11: Corte de pimienta

Fuente: Propia, 2021

Tomando en cuenta lo anterior, es posible tener una idea más clara de los requerimientos que debe cumplir la herramienta que se validará su funcionabilidad con ayuda del software Solidworks 2021.

3.2 Hipótesis

Entre más utilizada sea la herramienta en diversos cultivos, mayor será la reducción de accidentes y del tiempo empleado en el corte de pimienta.

3.3 Factibilidad

La propuesta del diseño se enfoca principalmente en los siguientes aspectos:

- Evitar accidentes en el afán de llegar a los frutos a gran altura.
- La herramienta sea fácil de operar por cualquier usuario.
- Reducir el tiempo que llevaría poner los andamios para las ramas altas.

3.4 Diseño

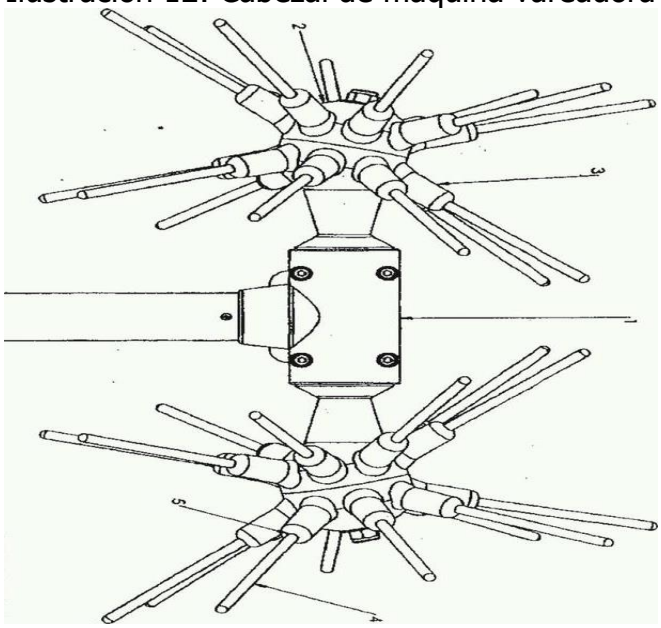
La función básica del diseño en ingeniería es proporcionar soluciones a los problemas y satisfacer las necesidades de los productos, servicios o sistemas. El proceso de diseño por su naturaleza iterativa, requiere de múltiples pasos para llegar a una conclusión. Este inicia con el reconocimiento o la identificación de las necesidades y la consideración de la factibilidad económica para materializar la solución. (Giesecke, y otros, 2013) Es por esto, que todos los nuevos diseños, así como los procesos para llevarse a cabo, deben ser impulsados por los requerimientos del cliente, cumpliendo además con estándares y regulaciones de los diferentes niveles de gobierno. (Aguayo, 2003).

3.5 Análisis para la propuesta de la herramienta

En la realización de este punto se llevó a cabo una investigación para identificar las herramientas que existen dentro de este campo del corte de frutos a gran altura.

Existen diferentes tipos de herramienta de diferentes materiales ya patentadas por ejemplo "el cabezal de máquina vareadora para recolectar fruta"

Ilustración 12: Cabezal de máquina vareadora

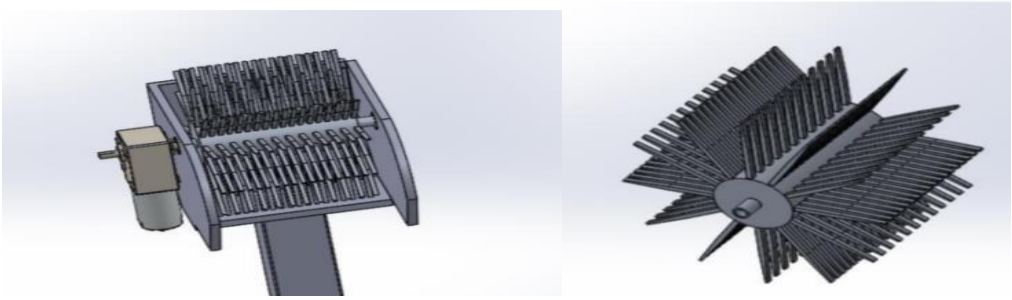


Fuente: Patentados.com, 2016

3.6 Etapas del diseño

En esta etapa se partió de la base del diseño anteriormente propuesto, mismo que se muestra en las siguientes imágenes

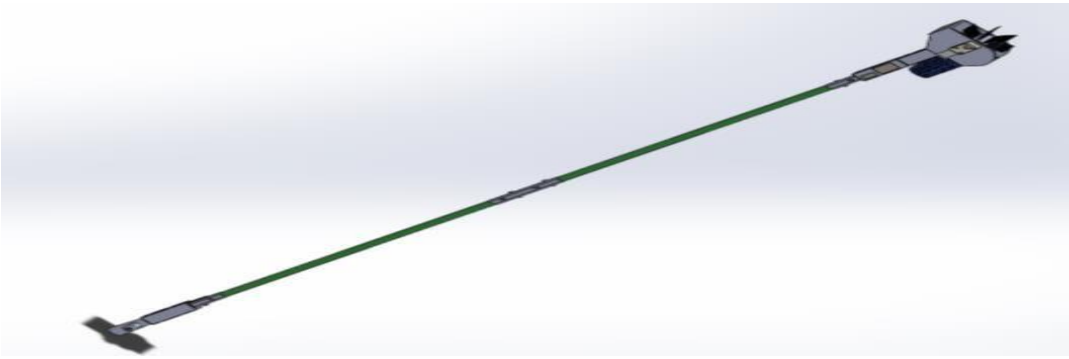
Ilustración 13: Mecanismo de recolección de pimienta del diseño



Fuente: Aldahir González, 2021

En esta ilustración se muestra el mecanismo que será el recolector de la pimienta, si bien la idea del diseño es buena, se consideraron algunos aspectos a mejorar, de los cuales los más relevantes fueron las cerdas o aspas, ya que en la posición que están dispuestas si lograría penetrar entre las ramas de la pimienta, pero no tiene una manera firme de sujetarlas y cortarlas.

Ilustración 14: vista general de la herramienta



Fuente: Aldahir González, 2021

El otro aspecto que se consideró fue el material que se utilizó para conectar el mecanismo de control con la cortadora de la pimienta, menciona que es de un material plastificado PLA, la desventaja de este, es que tiene a pandearse o

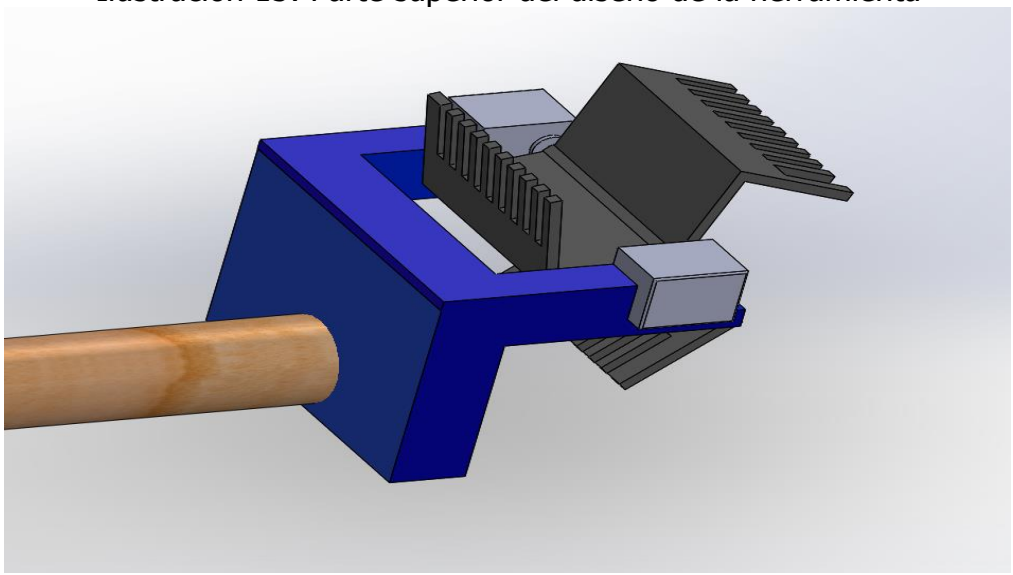
flexionarse cuando se genera el momento mecánico, lo cual provoca una inestabilidad cuando se realiza el proceso de la cosecha.

3.6.1 Propuestas de la herramienta de corte de pimienta dioica.

Una vez analizado el entorno en el que se desarrolla la actividad del corte de la pimienta dioica de la región II del estado de Puebla, se procedió a realizar un primer diseño, en este primer diseño se hallaron pros y contras, es por eso que se procedió a rediseñar esta primera propuesta teniendo como resultado una opción más viable y con mejoras que solucionan las carencias que se encontraron en la primera propuesta.

3.6.1.1 Primera propuesta de diseño.

Ilustración 15: Parte superior del diseño de la herramienta



Fuente: Propia, 2021

Como se puede observar en la ilustración, el diseño consta de una especie de hélice

de tres aspas que serán giradas con la activación de un motor, estas tres aspas están separadas simétricamente una con respecto a la otra, en la parte superior, tienen una sección de una especie de peineta que está posicionada a 90° de su base.

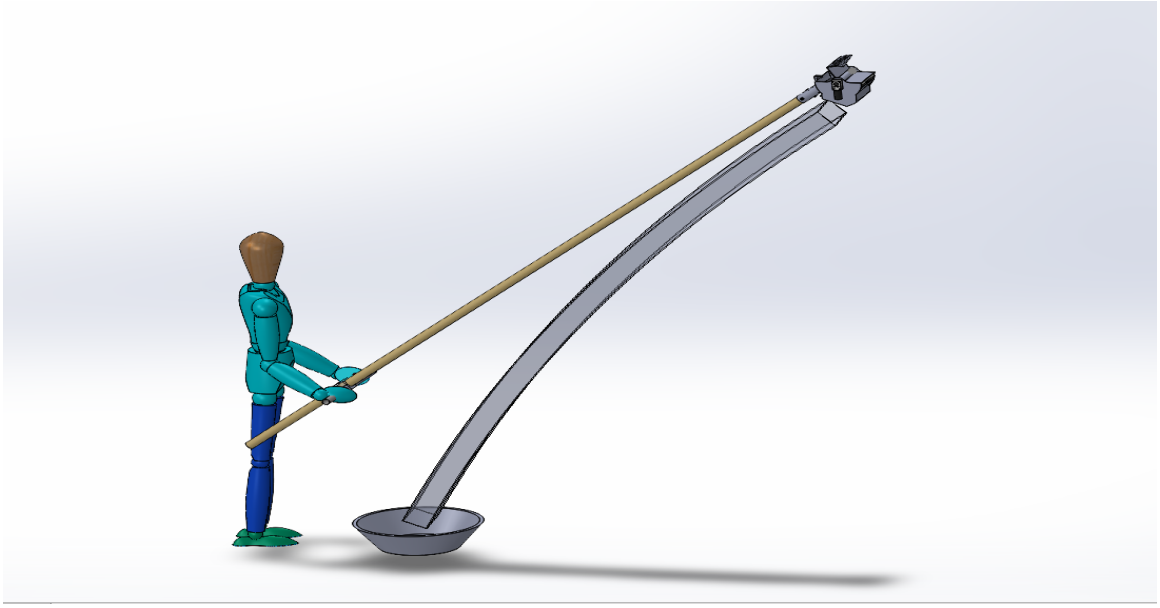
Se pensó en este mecanismo de corte para que al momento de posicionar la herramienta cerca de los frutos de la pimienta o bien las panículas, estas sean desprendidas al momento de accionar el motor.

Una de las desventajas que se lograron identificar en esta propuesta es que, si bien las aspas al momento de girar y ser posicionadas en un ángulo de 90 grados son capaces de jalar y desprender los granos de pimienta de su rama o panícula, generarían una especie de desgarre en la rama, lo que provocaría un daño al árbol, un daño que se lograría evitar haciendo una mejora en este diseño.

3.6.1.2 segunda propuesta de diseño.

Posteriormente, se realizó un rediseño en el cual se conservó el mismo mecanismo de corte, agregando filo a las peinetas que realizan el corte directo de la pimienta, este con el fin de evitar un desprendimiento y que sea un corte la manera de recolectar la pimienta.

Ilustración 16: Vista general del rediseño de la herramienta;



Fuente: Propia, 2021

En este diseño tiene la alternativa de poder utilizar un recolector que permitirá conducir la herramienta cortada hasta el suelo o hasta donde el cortador deseé, una bandeja como se muestra en la imagen, este, se puede desmontar fácilmente ya que sólo estará asegurado de unos gachos en la parte inferior del cortador.

3.6.2 Sujeción de la herramienta

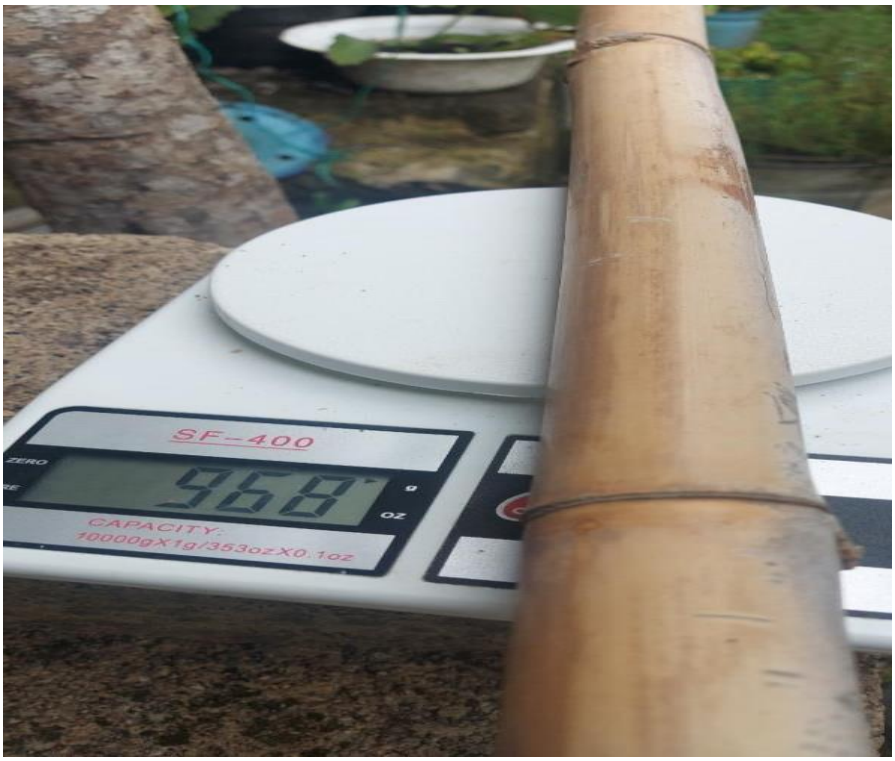
Como se habló en el capítulo anterior, se propuso una garrocha de bambú para unir el control de la herramienta en la parte inferior con el cortador en la parte superior. Se tomó como medidas una garrocha que tiene las siguientes características físicas.

Ilustración 17: Longitud de la garrocha

Fuente: Propia, 2021

Como se puede apreciar, la garrocha tiene una longitud hasta una circunferencia completa de 3 metros y medio. Cabe resaltar que se tomó como referencia esta garrocha sólo para tomar las medidas de longitud y de peso para posteriormente realizar el análisis de elementos finitos en el software SolidWorks.

Ilustración 18: Pesado de la garrocha de bambú



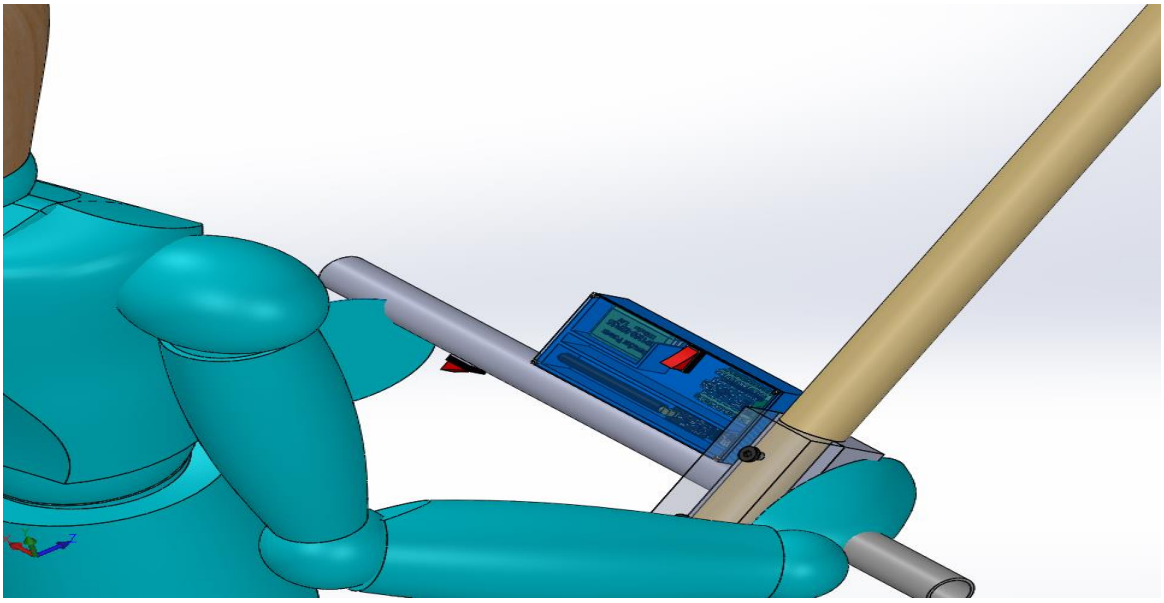
Fuente: Propia, 2021

Como lo muestra la ilustración, el peso de la garrocha de bambú de 3 metros y medio de largo pesa tan solo 968 gramos, se consideró que es un buen material para unir el control y la cortadora de la herramienta, tomando en cuenta las características físicas de esta herramienta y con lo expuesto anteriormente sobre las propiedades mecánicas del bambú, es un material compresivo y la resistencia a la tracción de la piel de bambú es mucho mayor que la del anillo interior. Por esta razón, es extraño que las barras con una sección transversal más pequeña tiendan a tener mejores propiedades de flexión que otras barras más gruesas. La respuesta está en la proporción de fibras en la cáscara. En relación con la totalidad de la sección, el valor que disminuye con el grosor de la barra.

El grosor de esta garrocha es de 5.5 centímetros es su circunferencia y a su vez el espesor es de 1 centímetro en la parte de abajo donde se coloca el control de la cortadora.

A continuación, se muestra cómo será la manera de operar la herramienta, consta de una especie de manubrio donde irá fijada la base de la garrocha y con los interruptores para activar el giro de la cortadora en sentido horario y antihorario.

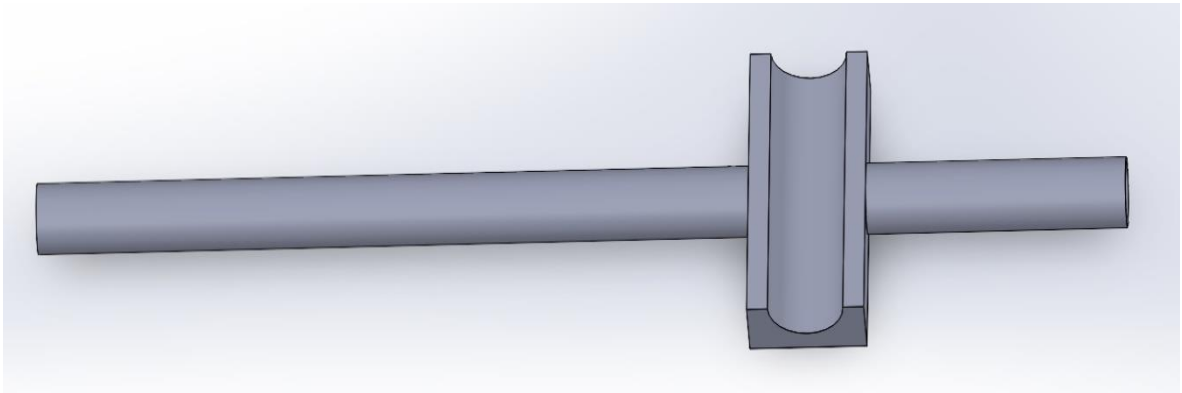
Ilustración 19: Control de la herramienta



Fuente: Propia, 2021

3.6.3 Elementos de la herramienta

Ilustración 20: Base del control de la herramienta

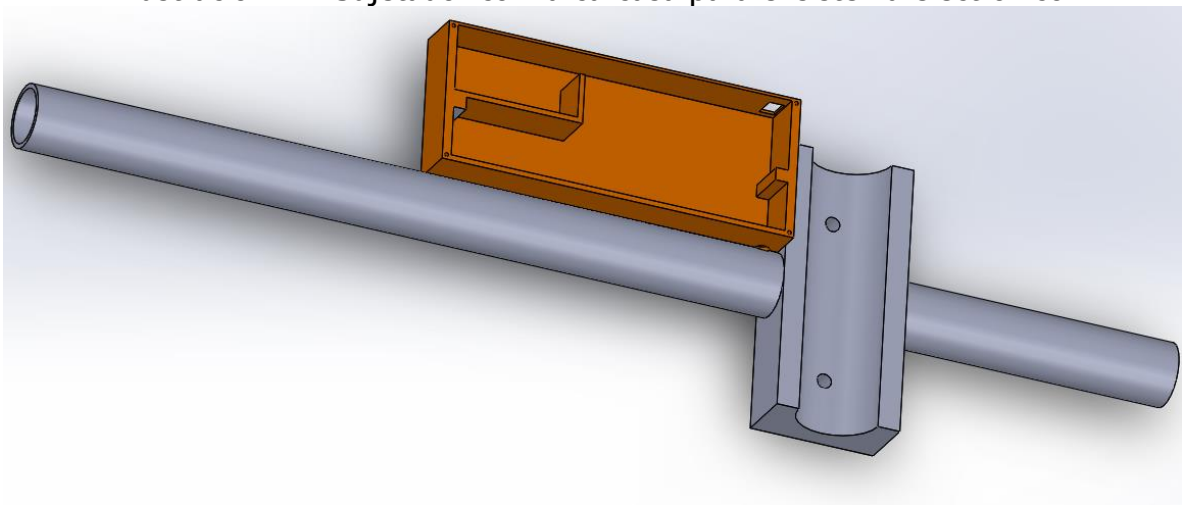


Fuente: Propia, 2021

Esta es la base donde se colocará el sistema electrónico que hará funcionar al

sistema mecatrónico de la parte de la cortadora, así mismo esta base servirá para sujetar la herramienta que será en forma de manubrio para tener un mejor agarre y estabilidad.

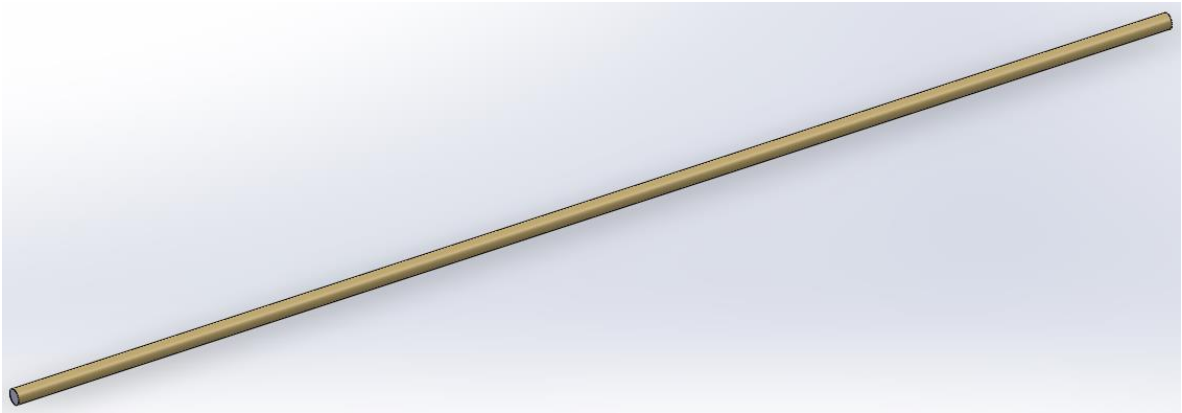
Ilustración 21: Sujetador con la carcasa para el sistema electrónico



Fuente: Propia,2021

En esta ilustración se presenta el manubrio ya con la carcasa del sistema electrónico ya incorporada.

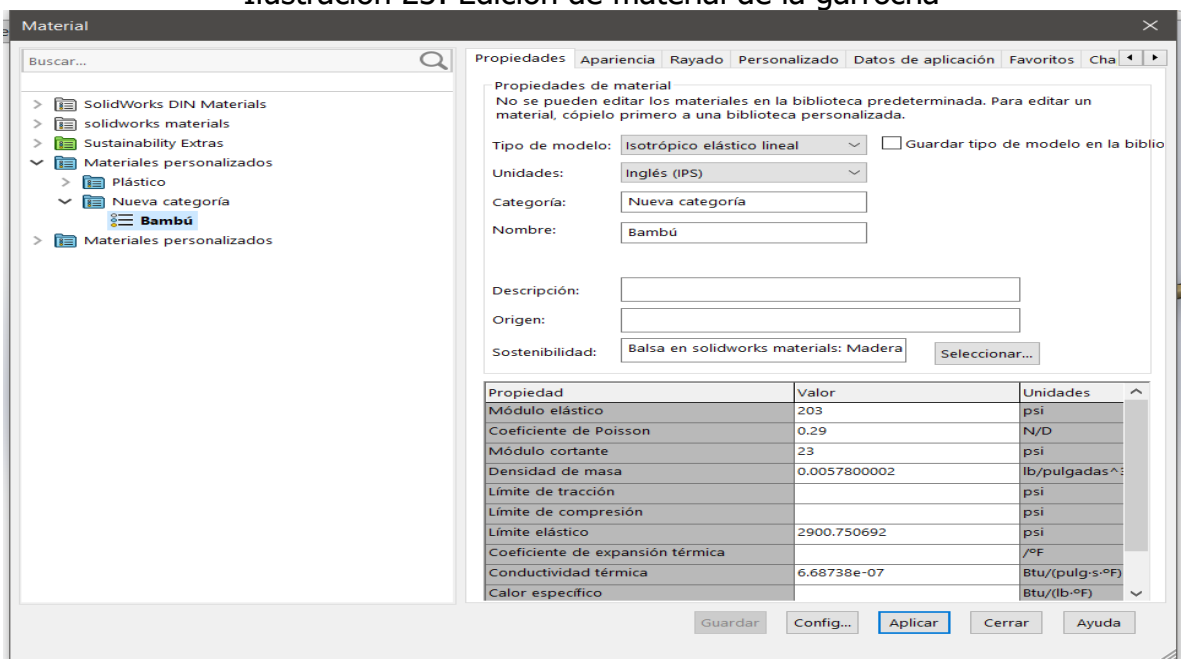
Ilustración 22: Garrocha de bambú



Fuente: Propia, 2021

Se simuló una garrocha de bambú añadiendo las propiedades de material más aproximadas a las características mecánicas de este.

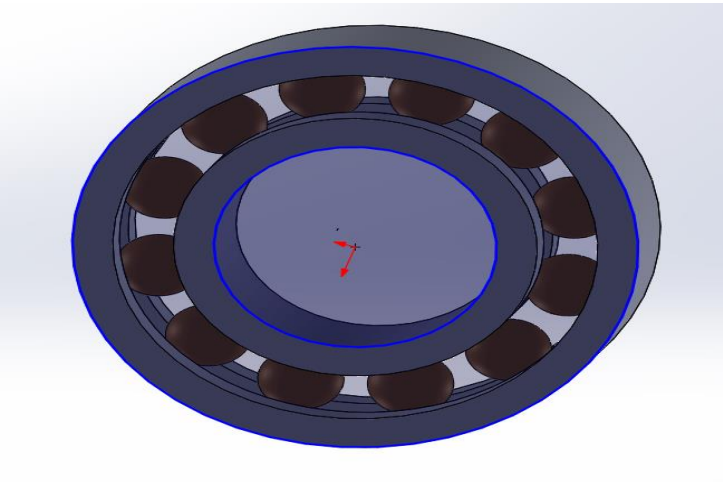
Ilustración 23: Edición de material de la garrocha



Fuente: Propia, 2021

Aquí se muestran los valores que se editaron para la garrocha, mismos que son requeridos para posteriormente realizar la simulación del análisis de elementos finitos y comprobar la factibilidad de este material.

Ilustración 24: Balero

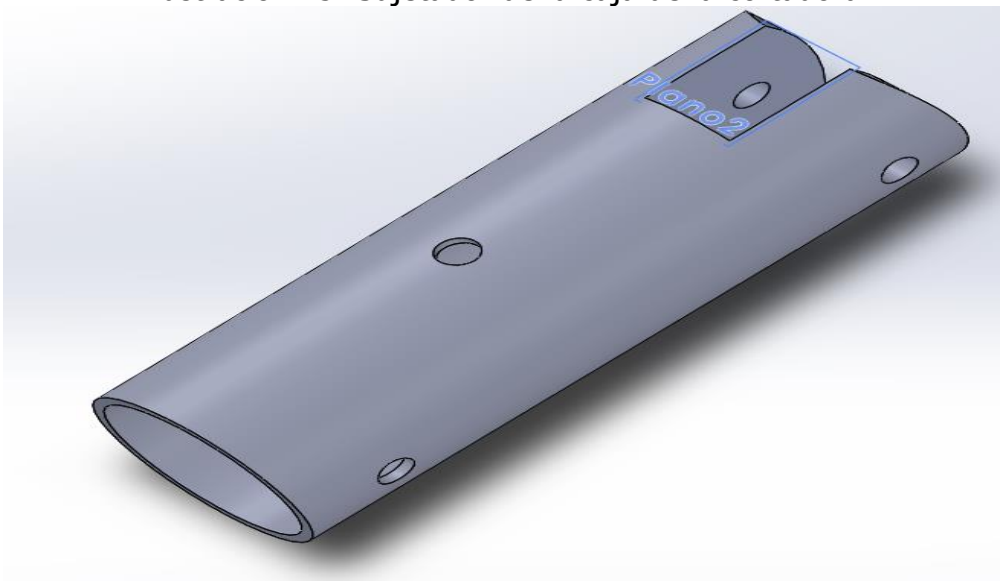


Fuente: Propia, 2021

Para sujetar el otro extremo de la cortadora se hará uso de un balero, ya que por la estructura y tamaño de la cortadora es suficiente sólo un motor que haga girar la

herramienta.

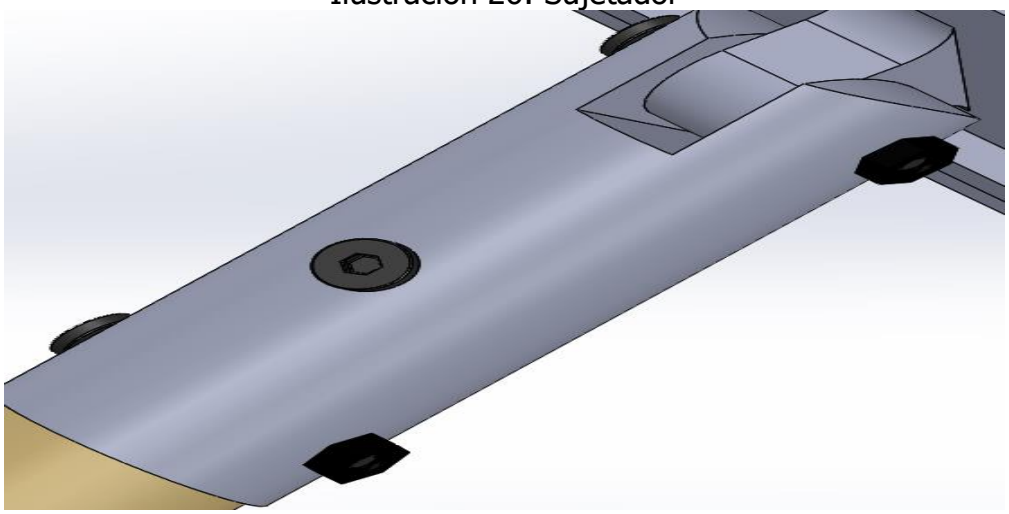
Ilustración 25: Sujetador de la caja de la cortadora



Fuente: Propia, 2021

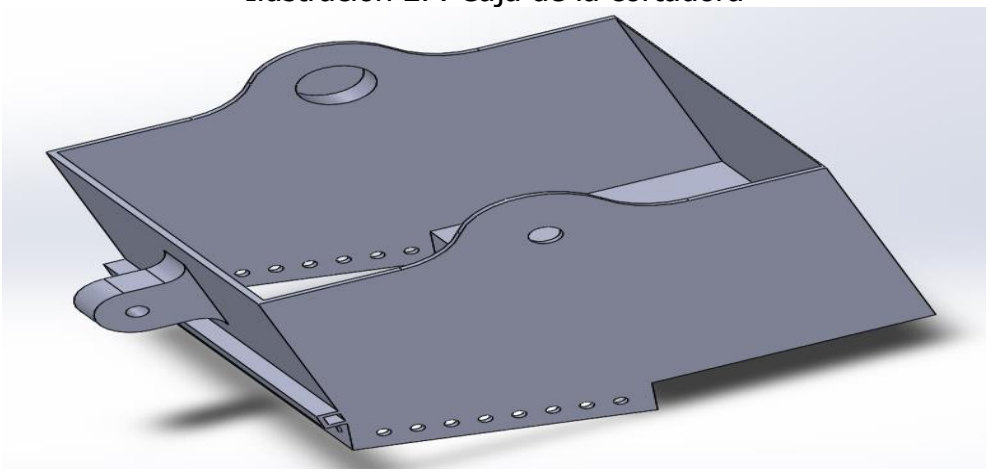
Este elemento será el encargado de unir la garrocha de bambú con la cortadora, se realizaron unas perforaciones en las cuales se colocarán tornillos con tuerca para hacer desmontable la herramienta, así mismo en la parte superior derecha de esta imagen se observa que se realizó una extrusión, misma donde irá posicionada la caja de la cortadora.

Ilustración 26: Sujetador



Fuente: Propia, 2021

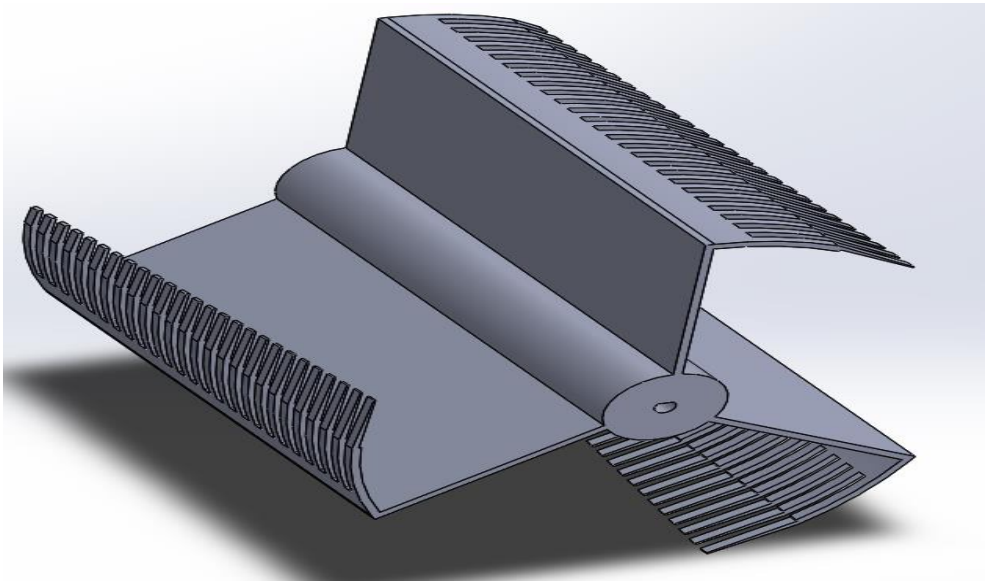
Ilustración 27: Caja de la cortadora



Fuente: Propia, 2021

Esta es la caja donde irá colocada tanto la cortadora como el sistema electrónico receptor que será el encargado de accionar las aspas de la herramienta.

Ilustración 28: Aspas de la herramienta



Fuente: Propia*, 2021*

En esta imagen se logra apreciar la forma en la que están diseñadas las aspas de la cortadora, se pensó en este diseño ya que las peinetas tendrán mayor rigidez así, a que estuvieran separadas hasta la parte donde se forma el ángulo de 90°.

También, el colocar sólo 3 aspas permite que, al momento de colocar la herramienta en acción, sea más eficaz para que las peinetas agarren las panículas de pimienta, caso contrario a que, si se colocaran 4 aspas, lo cual reduciría el espacio entre cada aspa y perdería efectividad en el corte.

Las peinetas no están posicionadas en forma recta, si no están dispuestas en una forma cilíndrica entre sí, esto se diseñó con el fin de realizar un corte más preciso junto con la caja mostrada en la imagen anterior a esta. La separación entre cada "diente" de la peineta es de 2 milímetros, es la medida adecuada para que los pequeños tallos que sostienen los granos de pimienta logren entrar en estas y poder ser cortados en el giro.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

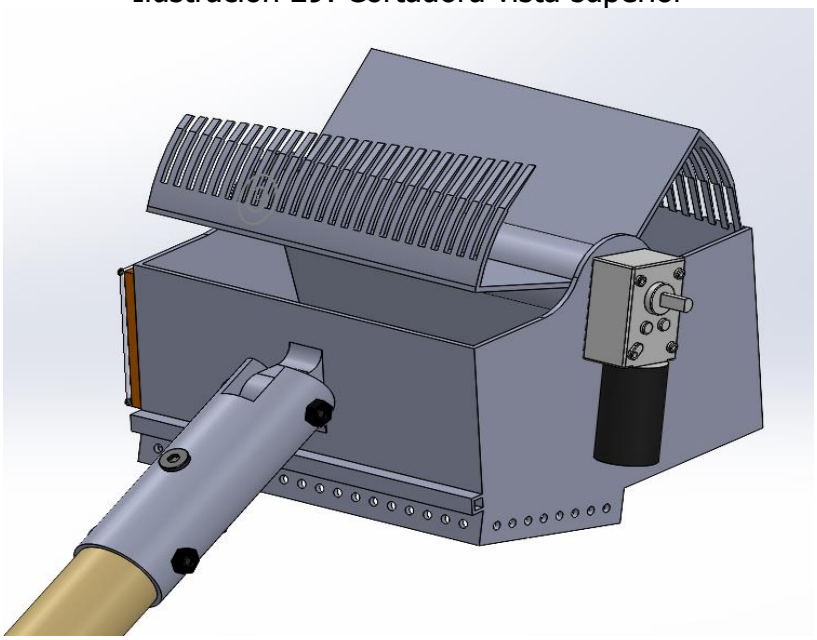
4.1 Resultados esperados

Los resultados esperados son desarrollados mediante los objetivos específicos.

4.2 Propuesta de recolección más adecuada

De acuerdo a las características físicas del árbol, y a decir del cortador que me brindó información y compartió su experiencia laboral dentro de este ámbito en el corte de pimienta, se decidió que la herramienta más adecuada era la que se compone de una especie de cubierta que ayuda a realizar un corte más rápido y eficaz.

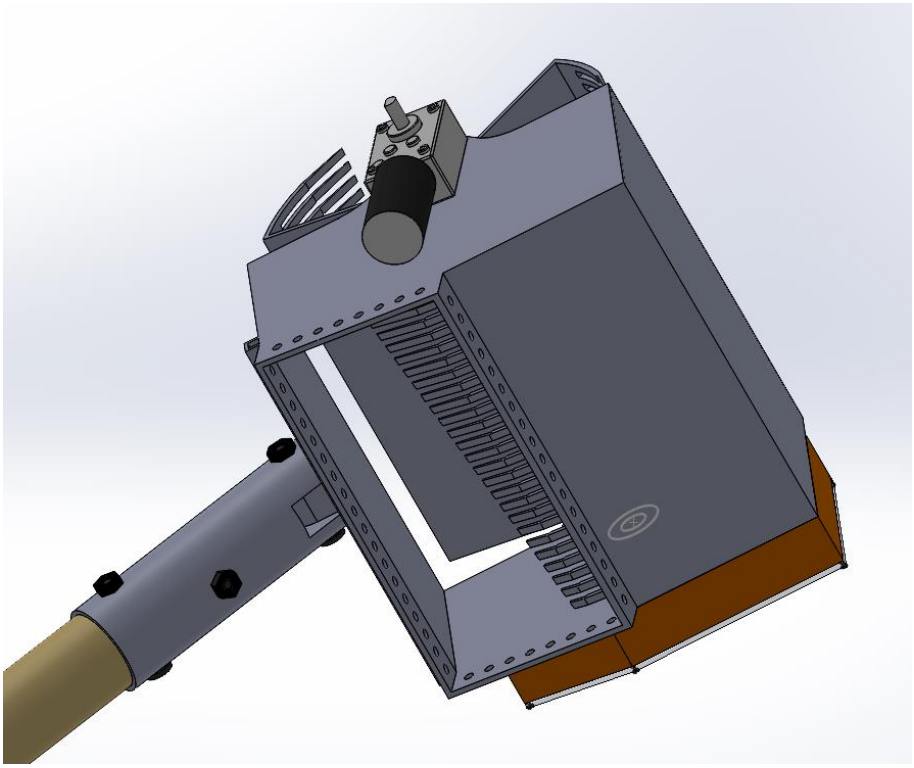
Ilustración 29: Cortadora vista superior



Fuente: Propia, 2021

Como se logra apreciar en la ilustración anterior, la cortadora será girada a través de un motor el cual será colocado en la parte lateral derecha conectado directamente al eje de las hélices.

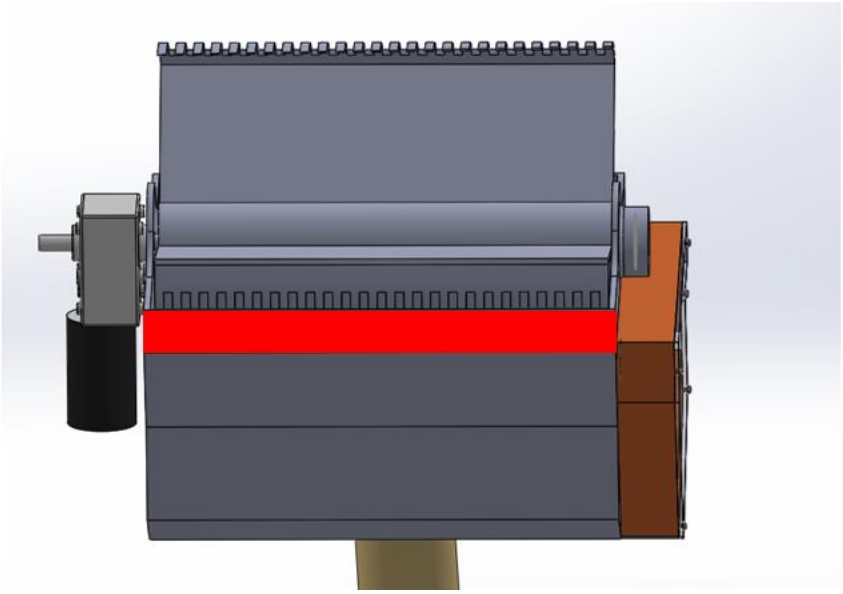
Ilustración 30: Vista inferior de la cortadora



Fuente: Propia, 2021

En la ilustración de arriba se muestra la parte inferior, donde la cortadora llevará un segmento vacío para que por esa sección vayan saliendo las pimientas o panículas recién cortadas.

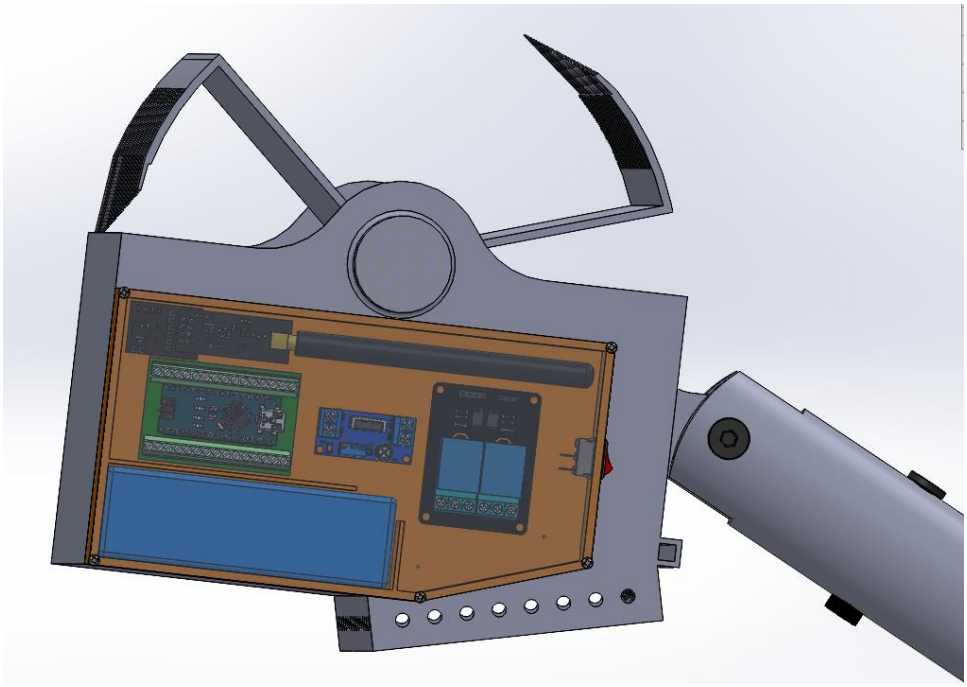
Ilustración 31: Vista frontal de la cortadora



Fuente: Propia, 2021

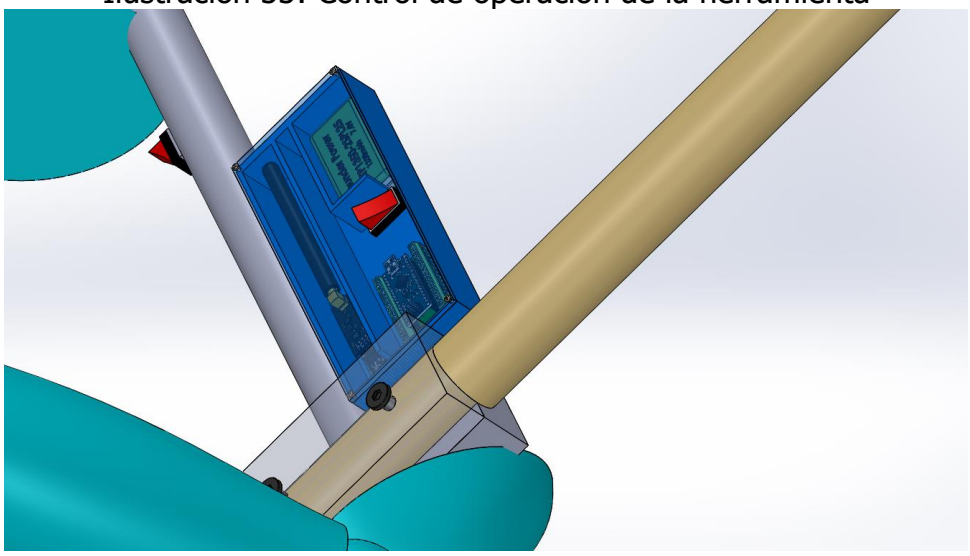
Aquí se presenta la vista frontal de la cortadora, aquí se puede ver la sección que ayudará a los dientes de las hélices a cortar la pimienta, debido a que, al momento de girar y sujetar el fruto, en el giro hará un efecto de corte de tijera al llegar a topar con la sección que es de color rojo. En esta mista ilustración se muestra viéndolo desde esta vista, que el módulo que la parte electrónica de activación del motor irá de lado derecho y en la parte izquierda el motor.

Ilustración 32: Vista lateral de la herramienta



Fuente: Propia, 2021

Ilustración 33: Control de operación de la herramienta



Fuente: Propia, 2021

4.3 Análisis estático en piezas mecánicas

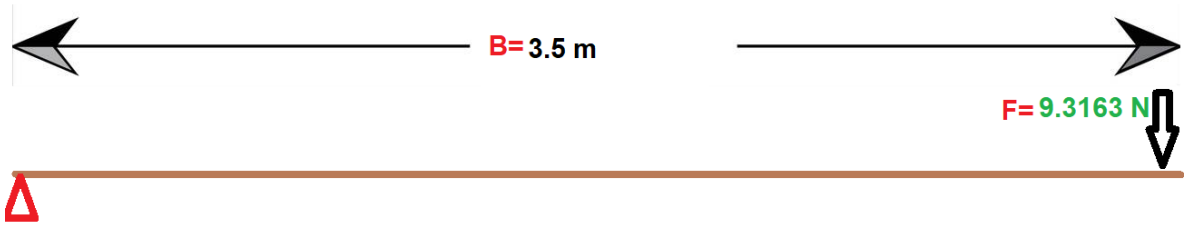
El análisis estático en piezas mecánicas calcula el efecto de la carga constante en la estructura de la pieza, ignorando los efectos de inercia y amortiguación que se encuentran comúnmente al aplicar cargas variables en el tiempo. (Zamora, 2016)

4.3.1 Cálculo de momento en la garrocha de bambú

En este apartado se muestra el análisis realizado para el cálculo del momento que se genera en la garrocha de bambú al momento de sujetarla; para posteriormente comprobar los resultados en el informe generado por SolidWorks de la misma pieza. Sabemos que el peso de la cortadora junto con el material electrónico tiene un peso de 950 gramos, esto convertido es igual a 9.3163 N.

El siguiente dato necesario para calcular el momento, es la distancia del punto de apoyo hasta la sección donde se aplica la fuerza, la longitud de la garrocha es de 3.5 metros, considerando el punto de agarre y el espacio para la cortadora, quedaría de la siguiente manera el diagrama de cuerpo libre:

Ilustración 34: Diagrama de cuerpo libre



Fuente: Propia, 2021

Procedemos a sustituir en la fórmula, los datos que se tienen.
*M= F * B*

*M= N * M*

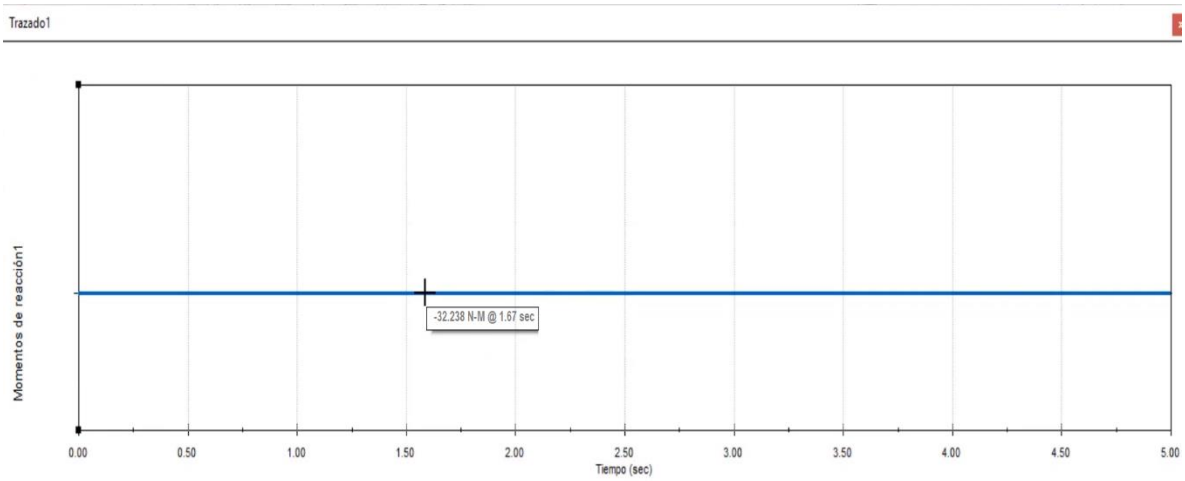
Como es una fuerza que va en sentido horario, el signo de la fuerza es negativo.

*M= -9.3163 * 3.5*

*M= -32.607 N*M*

Como resultado se obtiene que el momento generado en la garrocha con la carga puntual de 9.3163 N será de M= -32.607 N*M.

Ilustración 35: Simulación en SolidWorks del momento



Fuente: Propia, 2021

4.3.2 Resultado del análisis estático de la cortadora.

El diseño de esta herramienta realizada en solidworks 2021 permite hacer un análisis estático para comprobar su factibilidad y funcionamiento sometido a fuerzas y cargas a las que se verá sometida la herramienta.

Ilustración 36: Datos de la malla aplicado a la cortadora

Información de malla - Detalles

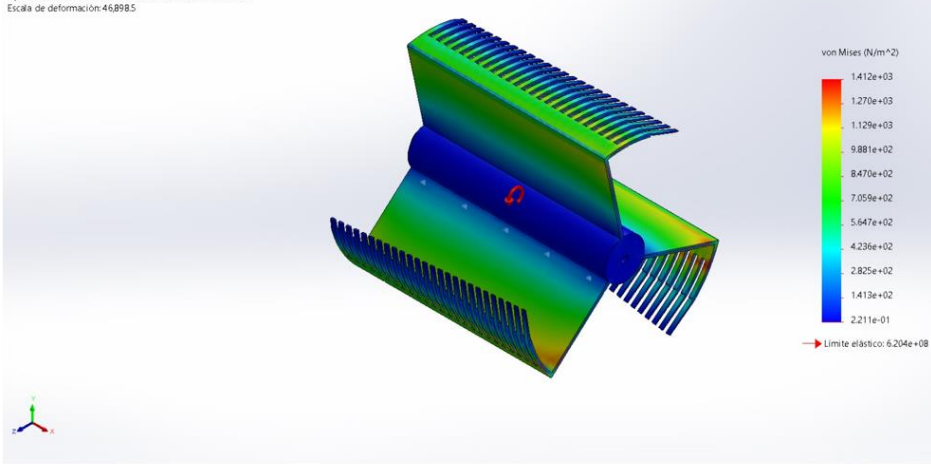
Número total de nodos	31305
Número total de elementos	14839
Cociente máximo de aspecto	24.071
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	51.9
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	1.06
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh;mm;ss):	00:00:05
Nombre de computadora:	

Fuente: Propia, 2021

En la ilustración colocada anteriormente se muestran las características de la malla, en la cual se asignaron 31305 uno de los nodos de la malla se le asigna una densidad dependiendo de algunas características mecánicas y el material.

Ilustración 37: Análisis de tensiones en la cortadora

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.211e-01N/m^2 Nodo: 4735	1.412e+03N/m^2 Nodo: 23068



giro-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Fuente: Propia, 2021

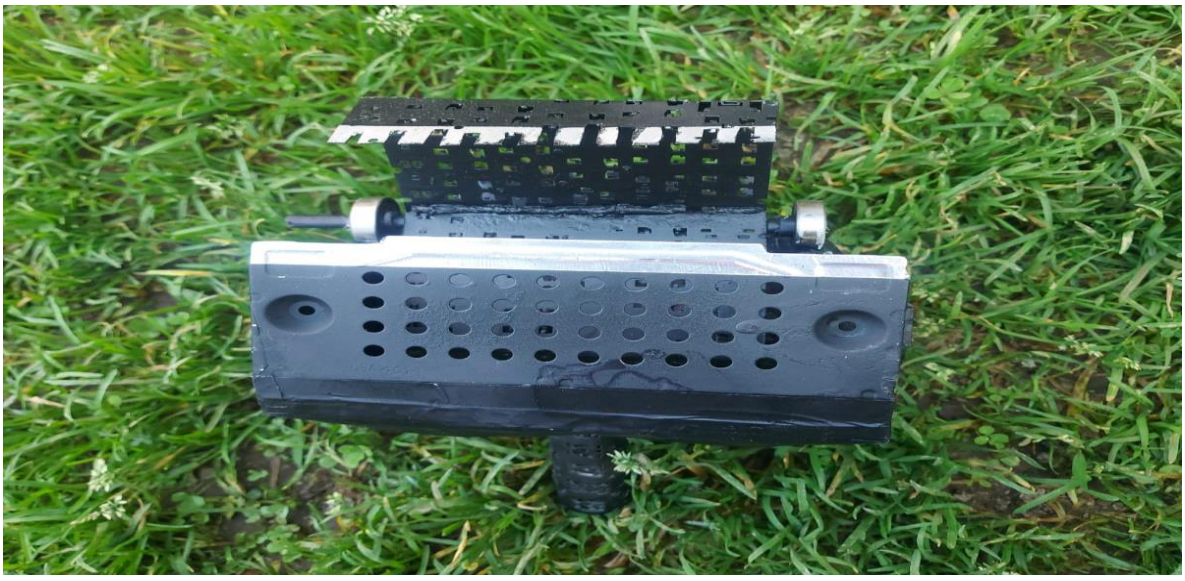
Ilustración 38: Pesado del prototipo de la cortadora

Fuente: Propia*, 2021*

La cortadora pesa tan solo 307 gramos, esto sin considerar la parte electrónica.

Este prototipo fue elaborado con material reciclado de los teclados de laptops, se cortó y moldeo en base a la propuesta dibujada en solidworks.

Ilustración 39: Vista frontal del prototipo



Fuente: Propia*, 2021*

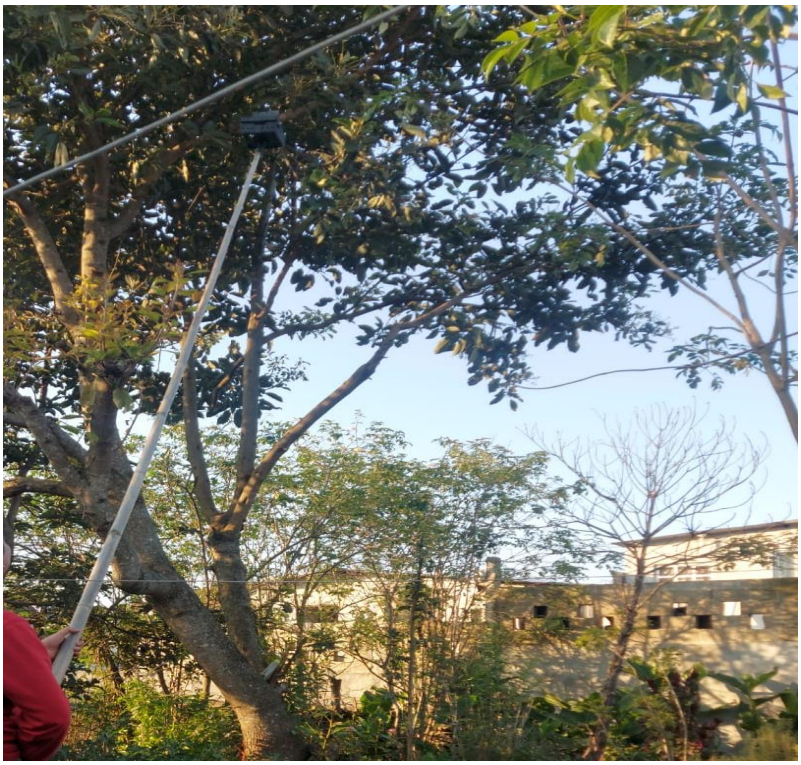
La parte plateada representa la parte fija del corte.

Ilustración 40: Vista inferior del prototipo

Fuente: Propia, 2021

Desde este ángulo se muestra la sección donde saldrá la pimienta ya cortada.

Ilustración 41: Uso de la cortadora



Fuente: Propia, 2021

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusión

El resultado de la investigación expuesta en este trabajo fue al que se deseaba llegar, el cual es la propuesta de una herramienta que facilite el corte de pimienta dioica y a su vez sea seguro para el cortador de la misma.

Como se observó en la tercer y última propuesta del diseño de la herramienta es una herramienta que contempló cumplir con los objetivos previamente señalados en esta investigación.

Realizar esta investigación me dio a conocer un sector desconocido anteriormente para mí, tuve la oportunidad de cortar pimienta de manera tradicional por primera vez para que comprendiera que tipo de diseño de herramienta realizaría mejor el corte del fruto.

5.2 Recomendaciones

- Con lo anteriormente analizado, pasar a la fase de construcción de la cortadora.
- Se recomienda utilizar el material propuesto para garantizar que los resultados sean los esperados.
- Realizar pruebas de funcionamiento en ambientes controlados.

5.3 Trabajos a futuro

Con base a la elaboración de esta herramienta se pueden realizar algunas modificaciones menores para utilizarlo en el corte de otro tipo de productos en diferentes sectores, donde también se exponen a los cortadores a realizar cortes a grandes alturas y esta herramienta podría beneficiarlos.

CAPÍTULO VI

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

6.1 Competencias desarrolladas

- Habilidades básicas de manejo de la computadora.
- Capacidad de expresión escrita y oral.
- Habilidades en el uso de las TIC's.
- Trabajo en equipo.
- Capacidad de trabajar en equipo.
- Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo.
- Capacidad crítica y autocrítica
- Compromiso ético.
- Adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad de aprender.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Comunicación oral y escrita.
- Solución de problemas.
- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Habilidad de trabajar en forma autónoma.

Las competencias que se desarrollaron con base en la materia de electrónica analógica

- Conoce el principio de funcionamiento de la máquina de D.C. como generadory como motor para su adecuada selección y aplicación.
- Selecciona el motor de acuerdo con las características de la carga para unaaplicación en específico.
- Conoce las técnicas de calibración de sensores para garantizar la operacióncorrecta de estos instrumentos.
- Comprende los modos de control para seleccionar y sintonizar el

controladoradecuado al proceso.

Las competencias desarrolladas con base a la materia de programación son:

- Desarrolla aplicaciones para el manejo automático de diversos dispositivos, mediante la programación de los puertos de entrada y salida de un microcontrolador.

- Desarrolla aplicaciones de automatización mediante la programación de los periféricos de un microcontrolador para el control de procesos donde se utilicen convertidores ADC, temporizadores, contadores y protocolos decomunicación.

Las competencias desarrolladas con base en la materia de Manufactura son:

- Comprende la importancia de la automatización de los procesos de manufactura.
- Analiza la relación costo beneficio de la automatización de los sistemas de manufactura. Investigará cual es la tendencia de la automatización.

La competencia desarrollada con base en comunicaciones industriales

- Comprende y aplica el funcionamiento de un controlador en un sistema paradiseñar los diferentes tipos de estructuras de control a emplear.

Las competencias desarrolladas con base en la materia de Dibujo asistido por computadora son:

- Desarrolla y edita dibujos en tres dimensiones, mediante ensambles o conjunto de figuras.
- Desarrolla, interpreta y presenta dibujos en dos y tres dimensiones de un proyecto ejecutivo en específico.

CAPÍTULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliografía

1. (s.f.). Obtenido de http://www.inteligenciascolectivas.org/
2. Barra, I. (s.f.). Obtenido de https://www.monografias.com/trabajos101/bambu-recurso-renovable-y-sostenible-diseno-y-construccion/bambu-recurso-renovable-y-sostenible-diseno-y-construccion.shtml
3. Barrales, S. (2019). *Infoagro*. Obtenido de http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/647/Pimienta%20Gorda%20Paquete%20Tecnol%C3%B3gico.pdf?sequence=1
4. *BuscAgro*. (8 de Abril de 2015). Obtenido de https://www.buscagro.com/detalles/Produccion-de-la-pimienta-gorda--Pimenta-dioica---establecim---_72277.html
5. Castelan, R. (s.f.). *Amantes de la cocina*. Obtenido de https://amantesdelacocina.com/cocina/2012/07/la-pimienta-guayabita/
6. deBambú. (2020). *deBambú*. Obtenido de https://debambu.info/propiedades-del-bambu-y-consejos-de-mantenimiento
7. Forestal, C. N. (18 de 09 de 2020). *conafor*. Obtenido de https://www.gob.mx/conafor/articulos/bambu-la-planta-de-los-mil-usos?idiom=es
8. Fuentes, V. (2015). *Revista Cubana*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962000000200005
9. García, S. (10 de 10 de 2020). *El país.com*. Obtenido de https://elpais.com/buenavida/la-despensa/2020-10-10/la-verdadera-identidad-de-las-falsas-pimientas-como-la-rosa-o-la-de-sichuan.html#:~:text=El%20origen%20de%20la%20pimienta,propio%20de%20zonas%20tropicales%20h%C3%BAmedas.
10. García, S. (s.f.). *El pais.com*. Obtenido de https://elpais.com/buenavida/la-despensa/2020-10-10/la-verdadera-identidad-de-las-falsas-pimientas-como-la-rosa-o-la-de-sichuan.html#:~:text=El%20origen%20de%20la%20pimienta,propio%20de%20zonas%20tropicales%20h%C3%BAmedas.
11. Gatel, L. D. (2019). *Una especie muy especial*. Obtenido de https://www.gob.mx/siap/articulos/una-especie-muy-especial-pimienta#:~:text=Por%20su%20participaci%C3%B3n%20en%20la,Oaxaca%2C%20Campeche%20y%20Quintana%20Roo.
12. *Gobierno de México*. (s.f.). Obtenido de https://www.gob.mx/conafor/es/articulos/bambu-la-planta-de-los-mil-usos

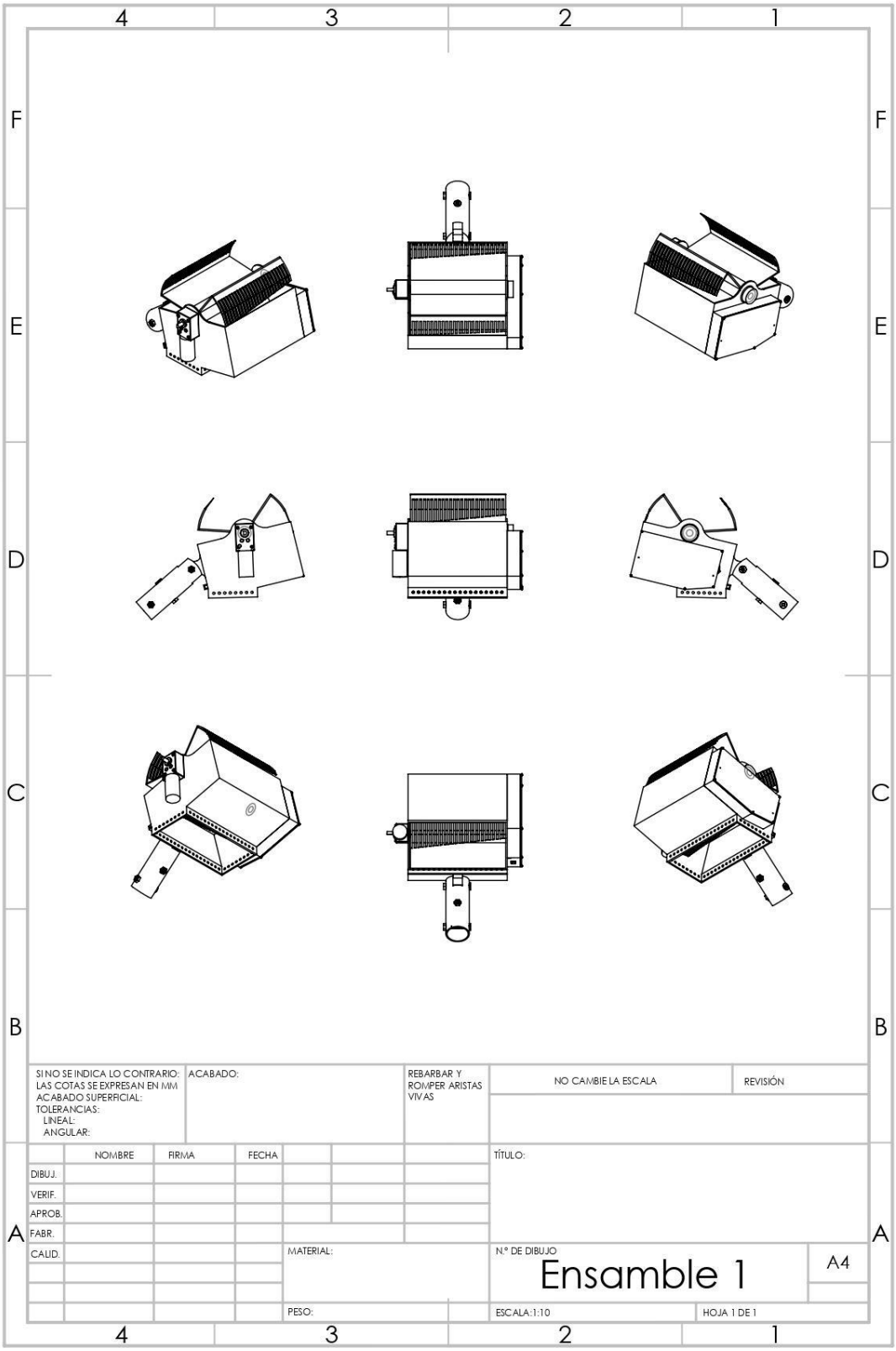
13. Haros, K. (s.f.). Obtenido de https://www.mundohvacr.com.mx/2014/02/las-bondades-del-bambu/
14. *infoagro.com*. (2019). Obtenido de https://www.infoagro.com/aromaticas/pimienta2.htm
15. Martinez, E. F. (2013). Obtenido de https://eduardoferiamartinez.blogspot.com/2013/09/manual-de-extraccion-de-la-savia-del.html
16. McClure, F. (14 de 10 de 2015). *Huellas de arquitectura*. Obtenido de https://huellasdearquitectura.com/2015/10/
17. McClure, F. (14 de 10 de 2015). *Huellas de arquitectura*. Obtenido de https://huellasdearquitectura.com/2015/10/14/las-propiedades-mecanicas-del-bambu/
18. McClure, F. A. (1993). *The Bamboos.*
19. Monrroy, C. (2011). *Yumpu*. Obtenido de https://www.yumpu.com/es/document/view/14913972/paquete-tecnologico-pimienta-gorda-instituto-nacional-de-
20. Nieto, A. (02 de 2014). *mundohvacr*. Obtenido de https://www.mundohvacr.com.mx/2014/02/las-bondades-del-bambu/
21. Rivera, C. R. (2011). *Academia.edu*. Obtenido de https://www.academia.edu/25965600/Paquete_tecnol%C3%B3gico_pimienta_gorda_Paquete_Tecnol%C3%B3gico_Pimienta_Gorda_Pimenta_dioica_L_Merril_Establecimiento_y_mantenimiento_Programa_Estrat%C3%A9gico_para_el_desarrollo_Rural_Sustentable_de_la_Regi%C3%B3n_Sur_
22. Aspectos Técnicos de 45 cultivos Agrícolas de Costa Rica, MAG (2011).
23. Rojas, C. V. (s.f.). Obtenido de https://es.scribd.com/document/375843908/Bambu
24. Sabin, S. (2016). Academia.edu. Obtenido de https://www.academia.edu/20204752/Hule_establecimiento_final
25. Joseph, B; Joseph, D; Philip, VJ (1996). Plant regeneration from somatic embryos in black pepper. Plant Cell Tissue & Organ Culture. 47(1): 87-90.
26. Satiago, R. (2009). Obtenido de https://huellasdearquitectura.com/2015/10/14/las-propiedades-mecanicas-del-bambu/
27. Zamora, E. (2016). *Carman Oficial Site*. Obtenido de https://grupocarman.com/blog/2017/12/17/analisis-estatico-y-dinamico/
28.
29. Briseño, G. (23 de Febrero de 2018). *Euston*. Obtenido de https://www.euston96.com/momento-una-fuerza/

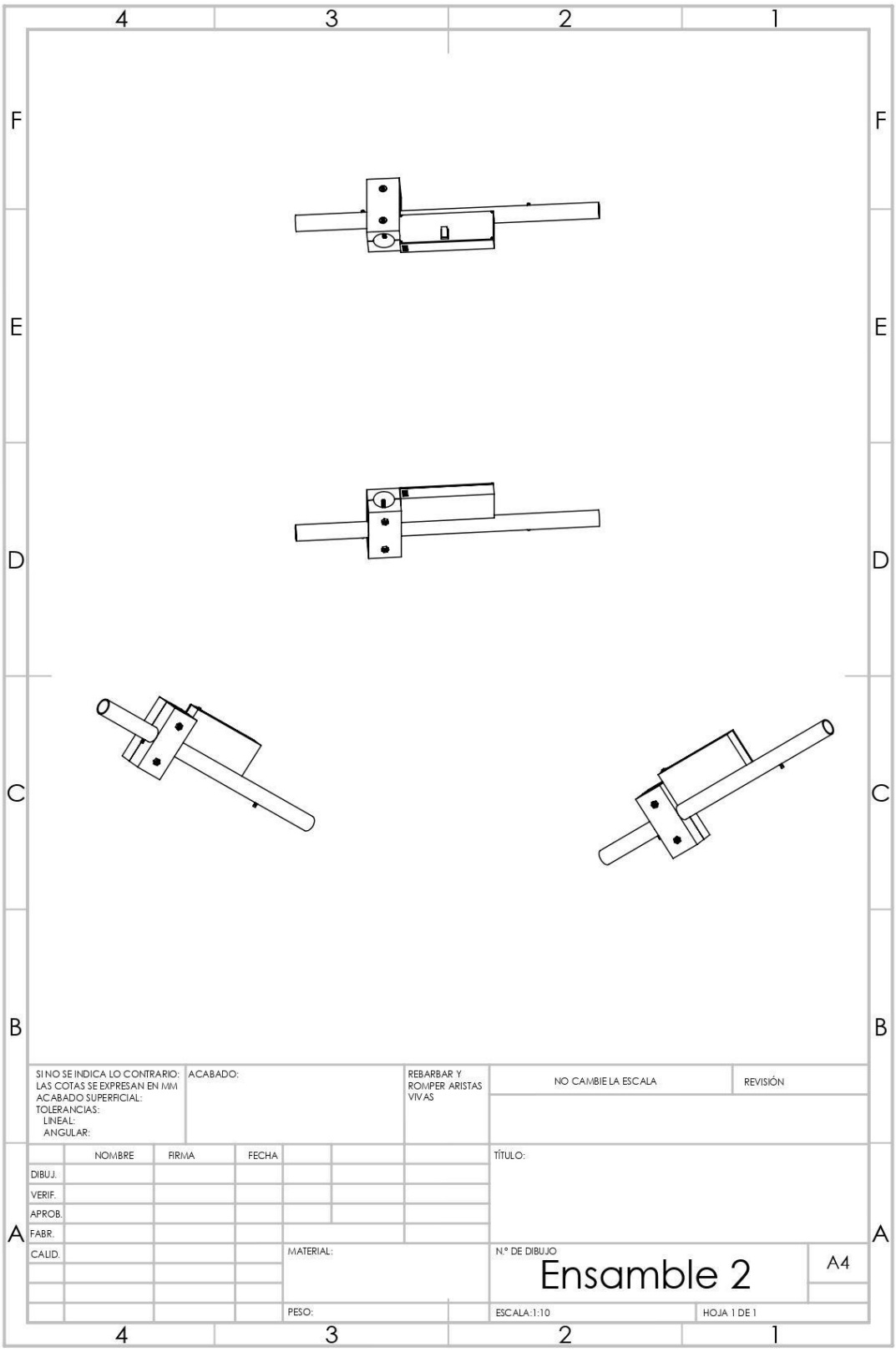
30. *Edu.xunta.gal*. (2016). Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/3_momento.html
31. *laplace.ucv.cl*. (2020). Obtenido de http://laplace.ucv.cl/Cursos/Old/fisica/solido/din_rotacion/palanca/palanca.htm
32. *Profesor en linea*. (2018). Obtenido de https://www.profesorenlinea.cl/fisica/Fuerzas_Torque_momento.html

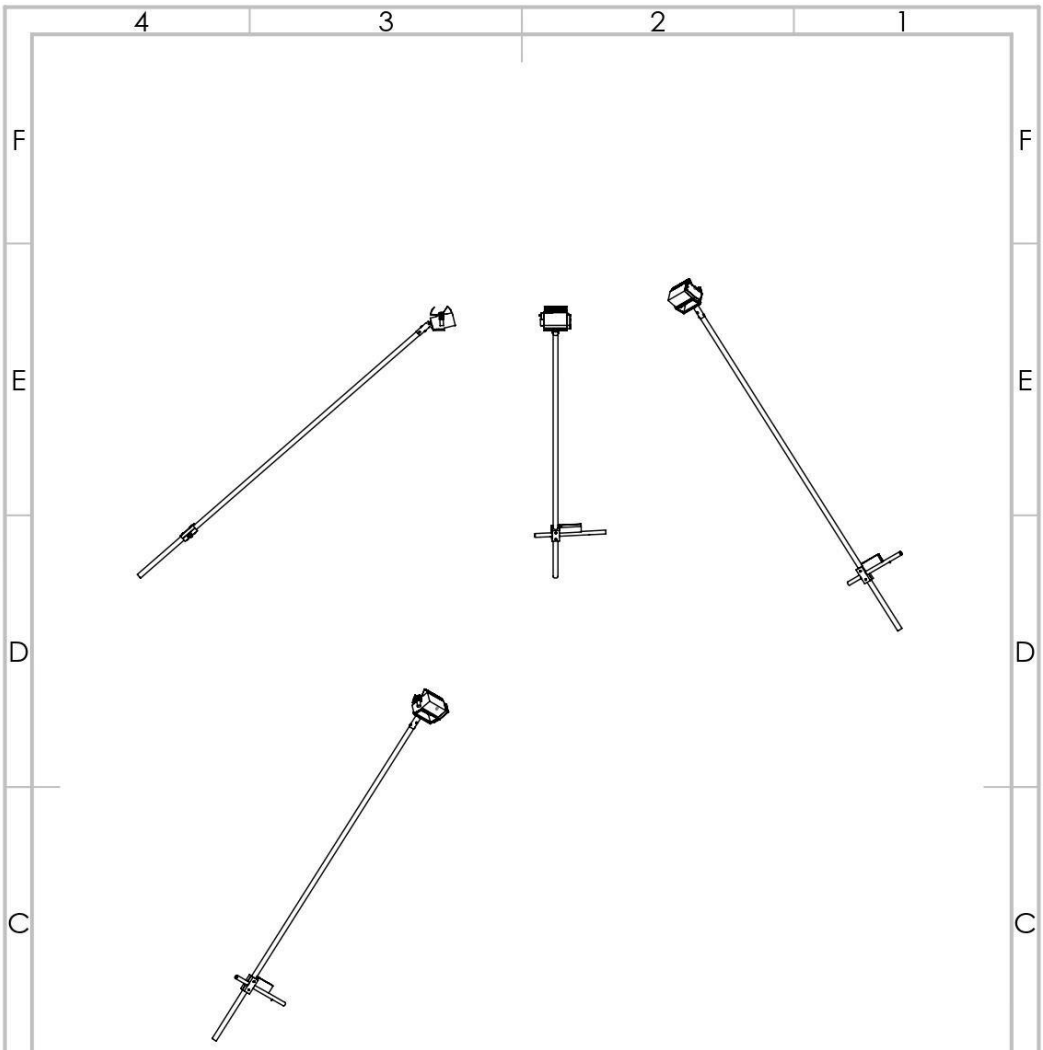
CAPÍTULO VIII

ANEXOS

8.1 Anexo 1: Planos de la herramienta.




4
3
2
1
F
E
D
C
B
A
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:
ACABADO:
REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
NO CAMBIE LA ESCALA
REVISIÓN
NOMBRE
FIRMA
FECHA
DIBUJ.
VERIF.
APROB.
FABR.
CALID.
TÍTULO:
MATERIAL:
N.º DE DIBUJO
Ensamble 2
A4
PESO:
ESCALA:1:10
HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO: Ensamble

MATERIAL:

N.º DE DIBUJO: Version final

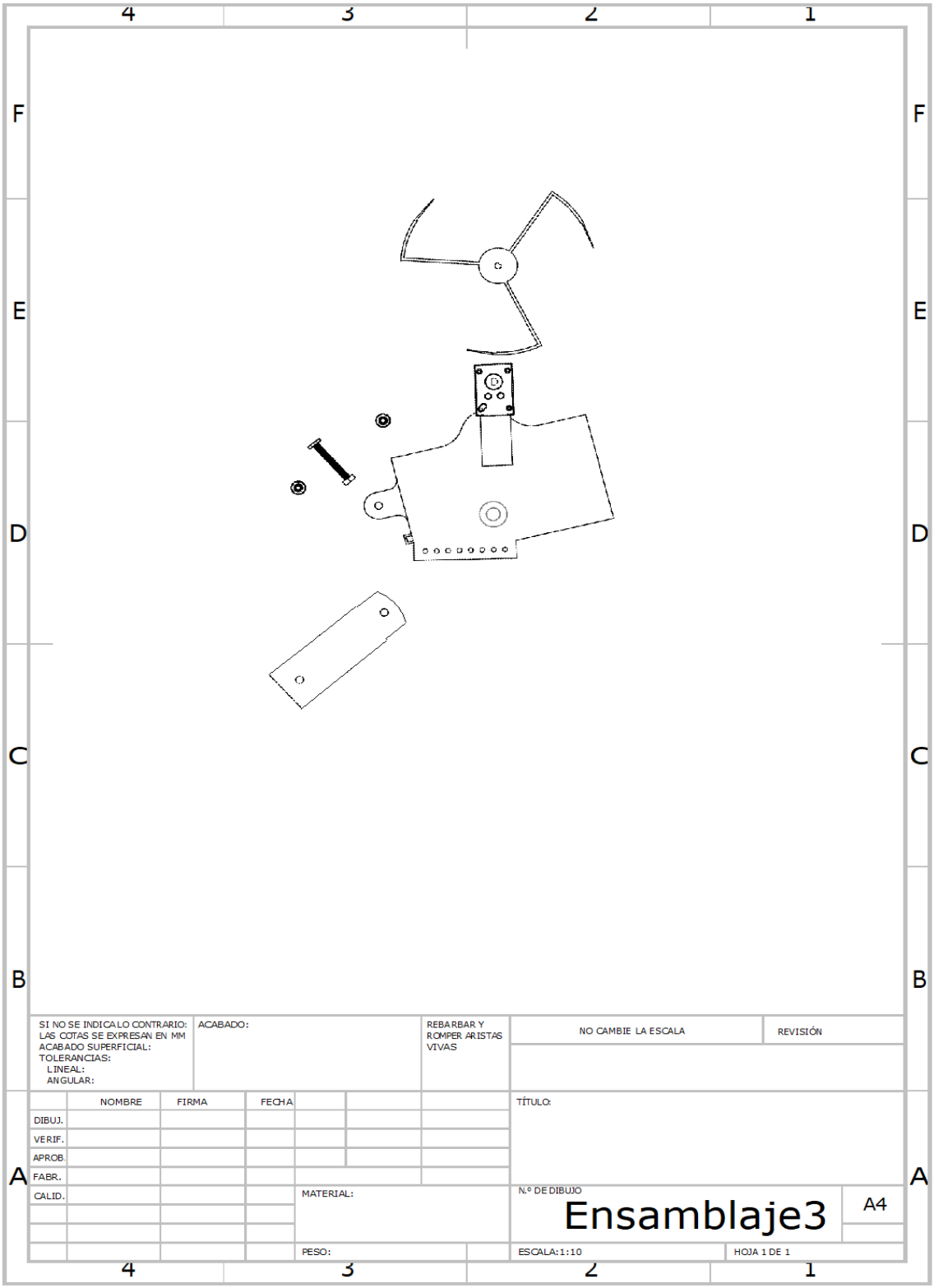
A4

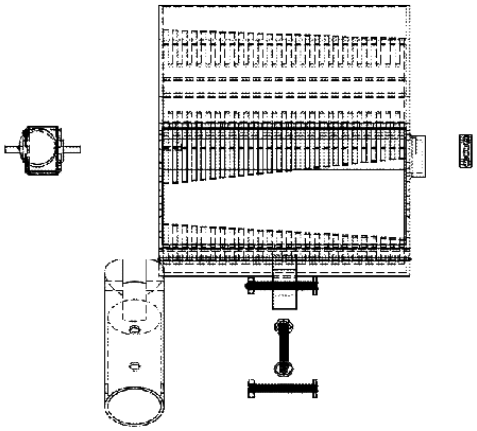
PESO:

ESCALA:1:50

HOJA 1 DE 1

8.2 Anexo 2: Vistas explosionadas de la herramienta.





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:

MATERIAL:

PESO:

Nº DE DIBUJO

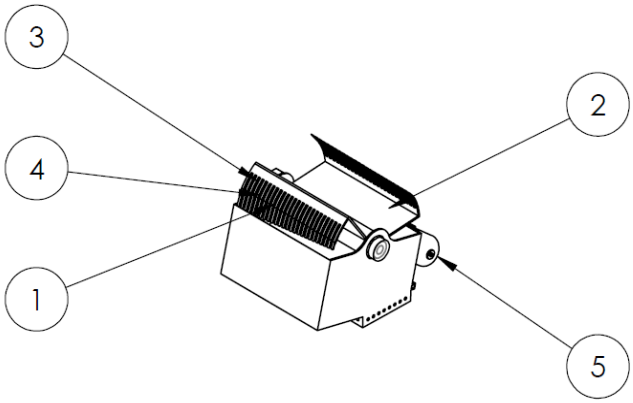
Ensamblaje 4

A4

ESCALA: 1:10

HOJA 1 DE 1

8.3 Anexo 3: Descripción de elementos.



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	giro	Las aspas de corte.	1
2	Rodamientos	Sección donde va colocado el eje de las aspas.	1
3	motor	Éste hará girar las aspas.	1
4	caja	Aquí va colocado el arduino receptor.	1
5	agarre	La base de la estructura de la cortadora, donde se atornillará la parte superior del bambú	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL(LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El que suscribe:

JOSÉ ANTONIO	**HERRERA**	**GUTIÉRREZ**

Con Número de Control	**18TE0009**
Perteneciente al Programa Educativo	**INGENIERÍA MECATRÓNICA**

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con el producto:	**TESIS**

Cuyo Tema es:

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE PIMIENTA DIOICA EN LA REGIÓN II DEL ESTADO DE PUEBLA

Correspondiente al periodo:

AGOSTO 2021 - MAYO 2022

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

MIM. Luís Manuel García Martínez

ATENTAMENTE

JOSE ANTONIO HERRERA GUTIÉRREZ

Nombre y firma

Fecha de emisión: **04/05/2022**
c.c.p. Subdirección Académica