



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

“Diseño de una maquina semiautomática sembradora de maíz para  
optimizar el tiempo de sembrado”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Ramírez Flores William (ORCID: 0000-0002-7805-2527)

**ASESOR:**

Dr. Villareal Arbitres William Fernando (ORCID: 0000-0003-1743-6014)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento Y Simulación De Sistemas Electromecánicos

**CHICLAYO PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

*Dedico esta tesis a mis padres quienes me dieron la vida, educación, apoyo y consejos. A mi esposa por su apoyo incondicional siempre; apoyo que me motiva a salir adelante.*

**William Ramírez Flores**

## **Agradecimiento**

*Agradezco a Dios por darme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi primo Dr. Nelson Ruiz Julca, por apoyarme siempre logrando con ello mis metas y deseos de desarrollo personal y profesional se hagan realidad.*

**William Ramírez Flores**

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	viii
Índice de gráficos y figuras.....	lix
Resumen .....	x
Abstract.....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática .....	1
1.1.1. A nivel internacional. ....	1
1.1.1.1. Sembradoras a voleo: .....	1
1.1.1.2. Sembradoras en línea: .....	2
1.1.1.3. Las sembradoras centrífugas: .....	2
1.1.1.4. Sembradoras a golpes y monograno:.....	3
1.1.2. A nivel nacional. ....	6
1.1.3. A nivel local. ....	8
1.1.3.1. Tolva: .....	9
1.1.3.2. Mecanismo de dosificación: .....	9
1.1.3.3. Abridor de surco: .....	9
1.1.3.4. Rodillo para tapar el surco (cierra surco):.....	10
1.1.3.5. Rueda: .....	10
1.1.3.6. Transmisión:.....	10
1.1.3.7. Chasis: .....	10
1.2. Trabajos previos .....	11

<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1. Teorías relacionadas al tema.....	14
2.1.1. Máquina sembradora. ....	14
2.1.1.1. Sembradoras a chorrillo: .....	14
2.1.1.2. Sembradoras monograno:.....	17
2.1.2. Tipos de sembradoras.....	18
2.1.2.1. Sembradoras a voleo: .....	18
2.1.2.2. Sembradoras en línea: .....	19
2.1.2.3. Sembradoras a golpe y Monograno: .....	20
2.1.3. El diseño. ....	20
2.1.4. Fases del proceso de diseño.....	21
2.1.5. Herramientas y recursos del diseño. ....	22
2.1.5.1. Herramientas computacionales: .....	22
2.1.5.2. Adquisición de información técnica: .....	22
2.1.6. Normas y códigos.....	23
2.1.7. Economía.....	23
2.1.7.1. Tamaños estándar: .....	23
2.1.7.2. Tolerancias amplias: .....	23
2.1.7.3. Puntos de equilibrio:.....	23
2.2. Formulación del problema .....	24
2.3. Justificación del estudio .....	24
2.3.1. Técnica. ....	24
2.3.2. Económica –financiera. ....	24
2.3.3. Social – comunal.....	24
2.3.4. Ambiental. ....	24
2.4. Hipótesis.....	25
2.5. Objetivos .....	25

2.5.1. Objetivo General. ....	25
2.5.2. Objetivos Específicos. ....	25
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>26</b>
3.1. Diseño de investigación .....	26
3.1.1. Descriptiva. ....	26
3.2. Variables, operacionalización. ....	26
3.2.1. Variable Independiente: .....	26
3.2.2. Variable Dependiente: .....	26
3.3. Población y Muestra .....	28
3.3.1. Población. ....	28
3.3.2. Muestra. ....	28
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...	28
3.4.1. Técnica de Recolección de Datos. ....	28
3.4.1.1. Observación: .....	28
3.4.1.2. Revisión documentaria: .....	28
3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos. ....	28
3.4.2.1. Ficha de control de Diseño: .....	29
3.4.2.2. Ficha de Revisión Documentaría: .....	29
3.4.3. Validez: .....	29
3.4.4. Confiabilidad: .....	29
3.5. Métodos de análisis de datos.....	29
3.6. Aspectos éticos. ....	29
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
4.1. Analizar los procesos productivos de cultivo de maíz. ....	31
4.1.1. Descripción de la planta. ....	31
4.1.2. Requerimiento de diseño.....	35
4.1.3. Descripción y funcionamiento del prototipo. ....	35

4.2. Tipos De Sembradoras.....	36
4.2.1.Sembradoras a Voleo: .....	37
4.2.2. Sembradoras en Línea [2]: .....	37
4.3. Sus funciones de las sembradoras son: .....	37
4.3.1.Sembradoras a Golpes y Monograno:.....	38
4.3.2. Modelado Dosificador Mecánico:.....	38
4.3.3. Modelado del Chasis: .....	38
4.3.3.1. Rigidez: .....	38
4.3.3.2. Resistencia a la Fatiga: .....	38
4.3.4. Modelado del Tren de Siembra. ....	39
4.4. Analizar el mecanismo del movimiento del sembrado.....	39
4.4.1. Evaluaciones preliminares.....	39
4.5. Realizar un análisis económico de la manufactura de la máquina. ....	40
4.5.1. El análisis económico – financiero:.....	40
4.5.2. Vida útil económica de la Maquina: .....	41
4.5.3. Dosificador: .....	43
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Operacionalización de las Variables.....	27
Tabla 2: Presupuesto de fabricación de sembradora de maíz.....	41
Tabla 3: Tabla de Ingresos y Egresos. ....	42
Tabla 4: Tabla del VAN Y TIR. ....	42

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Histórico y proyección del consumo de capital mundial de maíz. ....	5
Figura 2. Exportaciones de quinua (en miles de \$). ....	8
Figura 3. Sembradora vista lateral Fuente. ....	9
Figura 4. Sistema de apertura de surco de bota.....	15
Figura 5. Sistema de apertura de surco de disco. ....	15
Figura 6. Sembradora a chorrillo. ....	16
Figura 7. Sembradora a chorrillo neumática con elemento dosificador centralizado. .....	16
Figura 8. Sembradora neumática monograno. ....	17
Figura 9. Plato dosificador horizontal de sembradora mecánica monograno.....	18
Figura 10. Fases del proceso de diseño.....	22
Figura 11. partes de la máquina.....	36

## Resumen

La Mejora de la eficiencia en los procesos de siembra y cosecha de productos tradicionales de Pan Llevar en los valles interandinos del Perú , con el fin de aumentar la productividad del hombre del campo y de esta manera aumentar su nivel de ingreso y por ende su nivel de vida, es una misión fundamental que llevar adelante y solucionar el problema, más aún cuando también significa disminuir de manera notoria el esfuerzo físico del trabajador del campo, pues un diseño ergonómico permitirá que trabaje en posiciones menos incómodas y estresantes.

Una máquina sencilla en su manejo, sencilla en su fabricación y mantenimiento y por lo tanto sencilla en su costo y por ende al alcance de la economía de la gente del campo, es la misión de este trabajo de investigación, el diseño , construcción de una máquina manual que nos permita sembrar en terrenos empinados, pedregosos, secos, en los lugares más apartados de nuestra geografía, con pocos elementos, que utilicen materiales propios de la zona, que permitan su pronta reparación y por lo tanto su casi continuo funcionamiento.

**Palabras claves:** Diseño mecánico, siembra de maíz, cosecha de productos

## **Abstract**

The Improvement of the efficiency in the processes of sowing and harvesting traditional products of Bread Carry in the inter-Andean valleys of Peru, in order to increase the productivity of rural man and in this way increase their level of income and therefore their level of life, it is a fundamental mission to carry forward and solve the problem, even more when it also means to significantly decrease the physical effort of the field worker, because an ergonomic design will allow you to work in less uncomfortable and stressful positions

A simple machine in its management, simple in its manufacture and maintenance and therefore simple in its cost and therefore within the reach of the economy of rural people, is the mission of this research work, the design, construction of a manual machine that allows us to plant on steep, stony, dry, in the most remote places of our geography, with few elements, using materials from the area, to allow their prompt repair and therefore its almost continuous operation.

**Keywords:** Mechanical design, corn planting, product harvest

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

#### 1.1.1. A nivel internacional.

Según **García, Avendaño y Suarez (2016, p. 1)**, “Una de las tareas básicas que se practican en la agricultura es la siembra, esta consiste en colocar las semillas en el suelo y a partir de esto se germinen nuevas plantas. Si se desea que las plantas desarrollen de forma óptima hay que sembrarlas en un ambiente con condiciones apropiadas. En esta orden de ideas, las sembradoras siembran cualquier tipo de granos (maíz, trigo, cebada, etc.) en cantidades de grano y profundidades adecuadas, separación entre surcos dependiendo las semillas. Generalizando las semillas unas que otras son cubiertas con agua”.

Existen cuatro principales tipos de sembradoras mecánicas de granos, las cuales mencionaremos a continuación:

##### **1.1.1.1. Sembradoras a voleo:**

Se basa en el método de colocar las semillas de manera uniforme en toda la superficie del terreno que se desea sembrar, para luego ser enterradas con sembradoras (**García, Avendaño y Suarez, 2016, p.2**).

Las sembradoras que se usan son de fácil construcción, estas son dos, de descarga libre y centrífuga. Las centrífugas tienen una buena precisión en el reparto, lo que da problemas parecidos a la siembra tradicional (manual), esto se puede resumir con un alto consumo de semilla e imposibilita las labores secundarias del cultivo. El segundo tipo de sembrador, son parecidas a las sembradoras de chorrillo, estas son suprimidas de sus tubos de caída, y logran depositar la semilla con poca altura. Así mismo cuentan con una grada de rodillos en su lado posterior con el fin de enterrar superficialmente a la semilla (**García, Avendaño y Suarez, 2016, p.2**).

### **1.1.1.2. Sembradoras en línea:**

Con este tipo de sembradoras logramos colocar cierta cantidad de semilla uniformemente sobre el surco o línea de siembra.

Las funciones con las que cuenta dichas máquinas son las siguientes:

Crear un surco en el cual se va a colocar la semilla. Esta se hace a partir de cuchillas en forma de círculo (puede ser un sólo disco o dos discos planos), así mismo se puede hacer también con rejas a surcadoras que se montan en el bastidor y van surcando mientras siguen la superficie del terreno. **(García, Avendaño y Suarez, 2016, p.2).**

Depositán la semilla dosificándola en el surco que se ha hecho. Esto gracias a los órganos que la distribuyen y a los tubos de caída. El órgano que distribuye la semilla es una de las partes fundamentales de la sembradora, ya que estos regularán la siembra y deben ser capaces de utilizar variedad de semillas. Dentro de los tipos tenemos las neumáticas, de rodillos y las centrífugas. Estas máquinas con dosificador de rodillos tienen uno en cada línea de siembra, lo tienen en cada eje giratorio. Se le conoce con el nombre de rodillo acanalado, la cual es una rueda dentada o con cucharillas **(García, Avendaño y Suarez, 2016, p.2).**

### **1.1.1.3. Las sembradoras centrífugas:**

Hacen que las semillas penetren haciendo uso de la gravedad gracias a su tolva en forma de cono giratorio con una abertura que se puede regular. En el interior, esta cuenta con unas aletas de metal soldadas al cono que por medio de una fuerza a las que se las somete dirigen las semillas hacia la apertura de surco que se va a sembrar. Respecto a enterrar la semilla, la rejilla es quien realiza dicha operación, también se puede hacer uso de rastra, cadenas u otros elementos.

Para comprimir el suelo a los alrededores de la semilla, se hace mediante rodillos para favorecer la humedad de dicha semilla **(García, Avendaño y Suarez, 2016, p.2).**

#### **1.1.1.4. Sembradoras a golpes y monograno:**

Esta siembra trata de colocar la semilla sobre cada surco de siembra intermitentemente, así si consigue una distancia constante de separación entre los granos. Sin embargo, la siembra monograno busca una mayor precisión, es decir distribuir individualmente para conseguir mayor exactitud entre estas. Esto se realiza cambiando el plato de distribución. Entonces, una máquina sembradora de precisión es aquella que entierra y separa la semilla de manera uniforme, así mismo consigue paralelismo entre los surcos. Sembrar de esta forma permitirá ahorrar semillas, tener exactitud en la superficie a sembrar, mejor productividad y mejora de las condiciones para la cosecha **(García, Avendaño y Suarez, 2016, p.3)**.

“Cuando se habla de herramientas para el cultivo de semillas debemos remontarnos a las épocas en las cuales el hombre dejó de ser nómada para convertirse de sedentario (periodo neolítico), así surgieron las primeras civilizaciones, en estas primeras civilizaciones el hombre aprendió a cultivar la tierra y a obtener de ella los alimentos necesarios para su supervivencia. En esa era sedentaria se recurrió a herramientas muy rudimentarias para obtener dichos alimentos, herramientas como la hoz, rastrillos, palas etc.

Con el transcurrir del tiempo se fue incrementando la población de las diferentes civilizaciones que fueron surgiendo, por consiguiente, su forma de trabajar la tierra y obtener los alimentos fue evolucionando, entonces se empezaron a implementar nuevas técnicas para su mayor aprovechamiento, como lo son los animales para el arado de la tierra, la invención de nuevas herramientas como el pico, el azadón, etc. Además, se fueron tecnificando los procesos de este majestuoso arte” **(García, Avendaño y Suarez, 2016, p.3)**.

“Avanzando un poco más hacia nuestra época contemporánea y para ser más precisos la revolución industrial trajo avances inimaginables para toda la industria en general. Pero se dio un salto de calidad en cuanto a la siembra de granos para el macro cultivo.

En la revolución industrial surgió el que es conocido como el padre de la sembradora mecánica, Jethro Tull (1672 - 1741) quien creó la primera sembradora

mecánica. En el año 1701 Tull optó por poner a prueba su sistema basado en una azada arrastrada por una caballería, la cual tenía la intención de comprobar la traición de utilizar a la bestia para agilizar la siembra. Este proceso hizo que Tull una las dos fases, de remover la tierra y del sembrado. Esta herramienta permitía labrar y sembrar grandes áreas con pocos trabajadores, así mismo repartía los granos de una forma más regular en hileras por medio de una barrera mecánica, lo que reducía la limpieza de maleza en el futuro” **(Agronline, 2018, p.1)**.

“La producción de maíz es de vital importancia dentro de la economía de varios pueblos, pues es catalogada como la base de alimentación en Mesoamérica, lo que ha conllevado a ejecutar estudios de diferentes dimensiones económicas (costos, precios en el mercado, rentabilidad, etc.) que genera su producción (Universidad Autónoma del Estado de México. Coordinación General de Investigación y Estudios Avanzados., 2007) (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales et al., 2010). Actualmente se siembra y cosecha maíz en 168 países, siendo el cereal de mayor producción mundial; esta expansión se debe a que el maíz es uno de los cultivos primarios con mayores posibilidades de proporcionar agregado de valor, dentro de esto podemos destacar los procesos de molienda seca (harinas, galletas, cereales, etc.), molienda húmeda (almidón, aceite, gluten feed, gluten meal, etc.), y fermentaciones” **(Figliuolo y Pujadas, 2013, p.1)**.

“La siembra de maíz antiguamente se realizaba a mano, lo cual no era rentable debido a que se dejaba caer la semilla sobre la superficie del terreno, la profundidad de siembra no era la adecuada o simplemente una distribución irregular de la semilla, lo que provocaba que varias de las semillas no germinen y para compensar esto se aumentaba la dosis de siembra, es por ello que en la actualidad existen diferentes equipos de sembradoras que se podrían dividir en: sembradoras en hileras o múltiples, granos o en surcos, voleo o ciclónicas, especializadas o planet junior las cuales deben de poder adaptarse al tipo de cultivo y al estado del terreno para facilitar el proceso de la siembra; pero no todos los terrenos son aptos para este tipo de sembradoras, puesto que muchas familias utilizan la agricultura como método de comercio a pequeña escala y en otros casos solo como medio de subsistencia, para lo cual se manipulan herramientas rudimentarias o de fabricación

artesanal, como implemento de preparación del suelo, como la azada manual para abrir los hoyos” **(Barbosa Dos Anjos, José [et al], 2004, p.1)**

“En Argentina, la producción de cereales y oleaginosas ha tenido un aumento sostenido en la última década. En este sentido, entre las campañas de 2004 y 2014, la superficie sembrada pasó de 26.030.000 hectáreas con una producción total de 78.500.000 toneladas (campaña 2004/2005), llegando a 30.750.000 hectáreas y 97.660.000 toneladas en la campaña 2013/2014 para los cuatro cultivos principales: soja, maíz, trigo y girasol. Este aumento de la producción fue a causa que se mejoraron las condiciones de manejo, los avances y mejora del uso de agroquímicos y optimización genética. Así mismo, la correcta utilización de la maquinaria agrícola para ejecutar las diferentes labores tiene parte fundamental de la importancia en la maximización del rendimiento del cultivo. Toda mejora cualitativa que se realice en las labores agrícolas, ya sea optimizando o desarrollando tecnología para la maquinaria agrícola, contribuirá para aumentar el rendimiento de los cultivos” **(Pengue, 2014, p.1)**

“Una buena labor agrícola es definida como aquella en la que la diferencia entre en número de plantas que se puedan obtener y las emergidas sea mínima, así mismo la separación que debe haber entre ellas debe ser uniforme y el tiempo que pase para que germinen debe ser mínimo para el conjunto de la población” **(Cárdenas y Salazar, 2016, p.1).**



Figura 1. Histórico y proyección del consumo de capital mundial de maíz.

Fuente. (Cárdenas Álvarez & Salazar Fernández, 2016).

“Actualmente la agricultura tradicional tiene impactos ambientales que radican en el trabajo del suelo cuando intentan controlar la maleza y preparar el terreno para la siembra, de esta forma aumenta la compactación y erosión de la tierra. Así mismo contaminan con fertilizantes, sedimentos y pesticida las aguas superficiales.

Anteriormente se usaban el arado con toros, caballos el cual se reducían el coste de producción y menos demanda de máquinas, equipos, (que en la actualidad no es rentable por la inestabilidad de la economía en nuestro país), y lo más importante reduciendo la contaminación ambiental” **(García, Avendaño y Suarez, 2016, p.5).**

### **1.1.2. A nivel nacional.**

“Los costos de producción involucran diferentes fines, por ejemplo, la tecnología de la que se va a hacer uso, la elección del tipo de cultivo. Es necesario saber capital a usar como también su tiempo de retorno y utilidad. Saber cuánto será el costo de producción nos servirá para poder tomar decisiones y establecer control en la agricultura. En todas las regiones que se dedican a la agricultura, en el país, viene a ser de gran ayuda la formulación de costos de producción que son realizados por los técnicos, esto permite a los agricultores tener una mejor administración y capacidad para elegir la mejor tecnología y maximizar la producción y rentabilidad del cultivo. Así mismo, debemos tomar en cuenta que, si aplicamos en dos parcelas con iguales condiciones de fertilidad, ambientales y agroecológicas, los sistemas de agricultura convencional y agricultura de conservación, no debemos esperar diferencias notables en su productividad. Por otro lado, luego de haber cultivado las mismas especies por un tiempo superior, los resultados de estos dos sistemas si se notarán.

La agricultura de conservación nos da una nueva visión y pensamiento en el área de la agricultura, debido a que en esta se encuentran diversos factores técnicos y agronómicos que pueden impactar de manera positiva a los agricultores, aquellos que opten por usar dichos principios, conllevarán al desarrollo del país.

Así mismo, debemos recordar a nuestros agricultores peruanos que estos factores agronómicos y técnicos estarán relacionados directamente con la economía y la administración de estos, por lo que, las mejoras técnico agronómicas se deben cuantificar y previamente evaluar en términos económicos” **(Navarro Garay Fermín, 2017, p.2).** “El Perú cuenta con un gran potencial agrícola debido a sus

climas y suelos diversos, es por ello que una de las actividades más importantes en nuestro país, desde las antiguas civilizaciones, es la actividad agrícola. Con el paso del tiempo, en los años 2000-2012, América Latina ha llegado a tener un 5% en crecimiento respecto al crecimiento agrícola” **(Remy Isabel, 2014, p.5).**

“En la región Andina se ha logrado domesticar diversas especies nativas, a condiciones de aire seco, déficit hídrico, bajas temperaturas e incluso a condiciones marginales, sin embargo, estas especies contaban con gran valor proteico y nutritivo. Dentro de dichas especies, encontramos a los granos andinos, como, por ejemplo, la quinua, que, al ser comparada con otros alimentos nutritivos, estas contienen mayor cantidad de lisina, metionina y triptófano, que son algunos de los aminoácidos esenciales para el cuerpo humano” **(Tapia y Frías, 2017, p.5).**

“Debido a su capacidad para adaptarse a diversos climas, además de su gran valor nutricional, la quinua ha llamado la atención de muchos agricultores, empresas privadas y nacionales, e incluso de agroindustrias. Esto ha conseguido que se incrementen las cifras de producción en los últimos 20 años. Como ya se sabe, en los años 40's, nuestro país tenía una producción entre 40 mil a 50 mil toneladas métricas de este grano, sin embargo, el mercado se vio afectado por productos derivados del grano de trigo. Surgió un gran cambio en los años 1985, cuando se sembraron 40 mil hectáreas y para el año 2012 se logró registrar un aumento de 39 mil toneladas a 44 mil toneladas, lo que logró que el Perú se ubique en el segundo productor de quinua a nivel mundial” **(Soria Pamela, 2016, p.75).**

“La identificación y revaloración de la quinua como un producto nutritivo y saludable ha traído consigo un aumento de la demanda externa (figura 1.1), su exportación ha aumentado en un 85.2%, los países que más la consumen son, Australia (483.9%), EEUU en donde la consideran una "supercomida" (160.7%), Canadá (120.7%) y Alemania (61.1%)” **(Sánchez Fernando, 2013, p.1).**

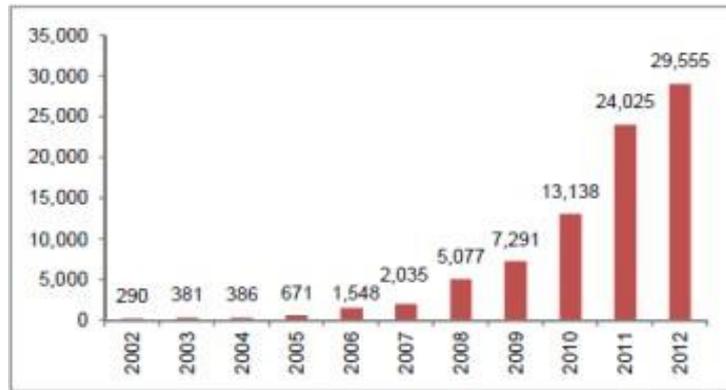


Figura 2. Exportaciones de quinua (en miles de \$).

Fuente. (Sanchez Bravo, 2013).

### 1.1.3. A nivel local.

“Las sembradoras para agricultura en cultivos de maíz se vienen a clasificar en dos tipos, los primeros de línea y los segundos de precisión.

El presente proyecto se enfoca en crear una máquina de para sembrar de una manera uniforme el maíz. Se les conoce como " De precisión" debido a que podemos controlar la distancia que habrá en cada línea de sembrado, las distancias entre cada semilla y así la profundidad de sembrado” **(Mestas Sergio, Peña Godofredo, Fernández Camilo y Cabrera Giancarlo, 2016, p.1).**

*Usualmente, estas máquinas, cuentan con cuerpos independientes, y cada cuerpo está equipada con una tolva propia, abre surcos, cierra surco y mecanismo para dosificar.*



Figura 3. Sembradora vista lateral Fuente.

Fuente. Mestas Sergio, Peña Godofredo, Frenandez y Cabrera.

#### **1.1.3.1. Tolva:**

Es donde se va a depositar las semillas. Se conforma por una gran caja de aproximadamente 30 kg de capacidad. En su parte inferior se encuentra el mecanismo que se encargará de dosificar. Está constituida por una plancha metálica con espesor de 1/16" (**Mestas Sergio, [et al], 2016, p.2**).

#### **1.1.3.2. Mecanismo de dosificación:**

Es el que permitirá establecer una determinada distancia previamente establecida que habrá entre una semilla y la otra en el surco de siembra. Se conforma por un disco lleno de agujeros, el cual gira mediante la energía que genera la rueda que acciona el mecanismo de cadenas y engranes. En su parte inferior va montada una tolva. Cuando las semillas se dosifican, caerán por el tubo de descarga, en donde irá un sensor que verificará que se realice el sembrado correctamente. Está constituido por una plancha metálica con 3/8" de espesor (**Mestas Sergio, [et al], 2016, p.2**).

#### **1.1.3.3. Abridor de surco:**

Este mecanismo se encargará de abrir el surco en el terreno, para luego colocar el grano. Se trata de un abridor tipo bota con un ángulo en su punta de 45°. Es montado con dos personas en su parte baja. Cuando el surco está hecho, la tierra

regresa por gravedad, debido a que el abridor cuenta con una parte ancha en su zona trasera. Estará constituido por una plancha de acero con 1/4" de espesor **(Mestas Sergio, [et al], 2016, p.2).**

#### **1.1.3.4. Rodillo para tapar el surco (cierra surco):**

Este mecanismo es el encargado de cerrar la línea de siembra o surco donde se ha colocado el grano. Cuenta con un rodillo de 45° en la dirección de avance. En su parte trasera tiene un gusano regulable, la cual tiene un rango de profundidad entre 0 a 100 *mm*. Está constituida con una plancha de fierro con 1/4" de espesor.

#### **1.1.3.5. Rueda:**

Es la rueda que producirá la energía para el mecanismo dosificador de semilla y también la que se desplazará sobre el terreno a sembrar. Está conformada por un arco que irá acoplada a la máquina sembradora y una llanta agroindustrial **(Mestas Sergio, [et al], 2016, p.2-3).**

#### **1.1.3.6. Transmisión:**

Es el mecanismo que transportará la energía que produce esta hasta el mecanismo dosificador de semilla. Está conformada por 2 grandes sistemas de cadenas, el primero de sprockets y el segundo es un tren de engranes cónicos rectos.

#### **1.1.3.7. Chasis:**

En esta estructura se montarán las piezas de la máquina de sembrar. En su parte frontal tendrá un conector con dirección al soporte que servirá de anclaje al tractor, en la parte media tiene al mecanismo para dispensar el grano y así mismo a la tolva, en la parte posterior habrá un soporte de rodillo y finalmente, en la parte inferior irán los abridores tipo bota.

El centro poblado de Condorhuasi, es una localidad donde se caracteriza por tener tierra muy fértil, sin embargo, la falta de tecnología ha ocasionado que los cultivos de maíz, no desarrollen en su total potencial.

En ese sentido se plantea el siguiente proyecto de investigación, que busca diseñar

una nueva máquina sembradora de maíz, adaptado a la realidad de la localidad y que le permita optimizar el proceso de siembra ayudando a los agricultores de la zona obteniendo mayor beneficio de la actividad agrícola optimizando el tiempo y beneficiándose económicamente, trayendo consigo mejor calidad de vida para los pobladores del centro poblado de Condorhuasi. **(Mestas Sergio, [et al], 2016, p.3-4).**

## **1.2. Trabajos previos**

### **Diseño y evaluación de sistemas de siembra neumáticos:**

“La presente tesis es un trabajo teórico experimental del comportamiento de semillas en los sistemas de dosificación, distribución y transporte en sembradoras. El objetivo es proponer una metodología de diseño y evaluación de sistemas de siembra neumáticos motivados por la falta de uniformidad en la distribución de semillas entre líneas de siembra. En una primera etapa, se analiza el sistema de transporte y repartición de granos de sembradoras air drill mediante simulaciones numéricas del flujo de aire, y luego de la mezcla aire-semillas. Los resultados de porcentaje de semillas por conducto son validados a través de ensayos de laboratorio, en un banco de ensayos específicamente construido para la evaluación de cabezales distribuidores de semillas. Se proponen nuevos diseños mejorados de cabezales, los cuales son evaluados a través de simulaciones numéricas. En otra sección se evalúan dos tipos de dosificadores neumáticos mono grano, uno por presión positiva, y el otro de vacío. Se analizan las trayectorias de semillas desde el punto de desprendimiento del dosificador a lo largo del tubo de descarga. Las trayectorias enmarcadas por las paredes del tubo producen una distribución espacial uniforme. En cambio, las semillas que rebotan contra las paredes del tubo presentan un mayor recorrido, retrasando su llegada al surco y produciendo una distorsión en la distribución espacial. Se buscan las posibles causas de los rebotes. Por último, se muestra la incidencia del nivel de alimentación de semillas en la tolva y el efecto de la velocidad de avance en la distribución espacial en el surco, obteniéndose los porcentajes de trayectorias con rebotes para cada dosificador, así como los índices definidos en la norma ISO 7256/1” **(Bourges Gastón, Medina Mabel y Eliach Jorge, 2017, p.1).**

Diseño de un prototipo de sembradora mecánica de semillas de maíz y frijol para la

granja de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

“Este proyecto plantea una mejora para el trabajo, para la cultivación de las de las semillas; el prototipo se encargará de realizar los surcos e introducir la semilla en los mismos mediante un mecanismo que dispensará los granos uniformemente desde una tolva. En conclusión, disminuimos tiempos de siembra y aumentamos la productividad de este difícil trabajo, y de igual manera hacer que la labor de los obreros no perjudique su salud” **(Ospina y Sánchez, 2017, p.20).**

Diseño de un prototipo de sembradora mecánica de granos, alternativa agrícola.

“El presente proyecto tiene como base una metodología proyectiva, la cual se basa en las necesidades y requerimientos de grupos sociales, esta busca formular nuevas tecnologías, métodos o diseños para encontrar una solución rápida y certera en el campo de acción. Debido a esto, los avances en nuevos mercados del sector agrícola en la zona norte de Santander, Colombia, se ha rezagado debido a la falta de procedimientos para la mejora de sus cultivos, por lo que no puede competir a nivel nacional ni internacional. Debido a esta problemática nace la idea de desarrollar e implementar una sembradora mecánica de semillas, con de crear una opción rentable, eficaz, eficiente y de fácil uso” **(García, Avendaño y Suarez, 2016, p.5).**

Desarrollo y evaluación de una unidad sembradora de maíz (zea mays l.) para tracción animal o humana.

“Para agricultores medianos y pequeños les es muy difícil mecanizar su trabajo, esto se debe a que no cuentan con la economía suficiente para adquirir la maquinaria o simplemente no se adapta a sus requerimientos. Se han realizado diversas investigaciones respecto a estos equipos para pequeñas áreas de trabajo, sin embargo, estos serán tomados si y sólo si sea una solución viable económicamente y funcionalmente. Basándonos en este criterio se realizó esta investigación, con el fin realizar el diseño, posteriormente efectuar una buena construcción y finalmente proceder a evaluar el producto de sembrado de bajo costo, que será construido con material de bajo costo y fácil adquisición.

Se realizó el diseño y la construcción del prototipo con materiales como, madera, platina de hierro, cadenas y piñones de bicicleta, con lo que se logró diversas transmisiones y una fabricación sencilla. En pruebas dinámicas como no

dinámicas, teniendo en uso un disco a

6.8 granos por metro de línea, con un coeficiente de variación del 4.5% se obtuvo un 85.4% de semillas bien colocadas sin tener algún tipo de daño, esto debido a que afectó en ningún momento la germinación. La profundidad esperada era de 5 cm, sin embargo, la obtenida fue de 4.72 cm, teniendo un resultado muy aproximado” **(Homer y Villa, 2015, p.41-42).**

Comparación de costos de producción empleando dos sembradoras de precisión en agricultura de conservación vs. Agricultura convencional.

“Este proyecto de investigación se realizó en terrenos que pertenecen a la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), así mismo participó personal técnico de dicha universidad. Dicho proyecto tiene fin el ver el precio de ambas agriculturas y hacer una apreciación si son los mismos o parecidos, ocasionados en los dos tipos de agricultura, para esto realizó la construcción de dos máquinas sembradoras y fertilizadoras de semillas, de las cuales una se adaptó para siembra directa con un disco delantero. En sus pruebas de campo se comparó los costos de siembra entre ambos tipos de agricultura, sus rendimientos y las correcciones que se necesitarán a futuro para aumentar su eficiencia.

Basándonos en determinar los costos estimando el valor medio, podremos establecer una solución para transformar el problema de decisión en uno de menor riesgo.

Luego de hacer las respectivas correcciones al dosificador de granos, a los rayadores de la parte delantera y realizar el cambio de material en los conductos del grano, se realizó a sembrar el maíz obteniendo resultados óptimos. Dentro de estos resultados, aumento el rendimiento ya que se realizó un ahorro en horas hombre y máquinas. Se obtuvieron así mismo los siguientes resultados: La sembradora americana arrojó una mayor producción, en términos de agricultura convencional como también de conservación. Con este primer sistema se obtuvo 53.15 Tn/ha y un ingreso de 98.20 soles por otra parte el de conservación logró 43.82 Tn/ha y 395.31 soles. Se considera importante hacer mención que el índice de rentabilidad más alto obtenido fue con el sistema de agricultura de conservación, el cual tiene un porcentaje de 11.29%” **(Navarro Garay Fermín, 2017, p.3).**

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Teorías relacionadas al tema

#### 2.1.1. Máquina sembradora.

“Las máquinas de sembrado cumplen con la finalidad de colocar en el terreno los distintos tipos de semillas sin dañar alguna. Dicha siembra tiene que ser hecha en líneas o surcos, por lo que en este artículo hablaremos sólo de los aspectos básicos de la sembradora monograno y la de chorrillo. Los requerimientos de un cultivo condicionan a las semillas. Las máquinas monograno son quienes colocan las semillas a una distancia igual ya establecida en el surco” **(Diezma Iglesias y García Ramos, 2006, p.60).**

Las funciones que estas máquinas deben realizar son, abrir el surco y colocar la semilla dentro de este, enterrar la semilla y comprimir el terreno, así mismo hay elementos básicos que se repiten entre los distintos tipos de sembradoras. Por ejemplo, la tolva, el sistema dosificador, sistema de apertura del surco, sistema de cobertura, etc. Su diferencia radica en los grupos que de sembradoras que estamos viendo, pueden ser dosificadoras o distribuidoras” **(Diezma Iglesias y García Ramos, 2006, p.60).**

##### 2.1.1.1. *Sembradoras a chorrillo:*

“Es fundamental una buena apertura del surco para la germinación de la semilla. Un sistema de apertura es incorporado en la parte posterior del tubo de caída del grano. Tiene distintos elementos para hacer un surco, esto dependerá del tipo de terreno. Podemos encontrar en el mercado abre surcos tipo bota, reja escarificadora fija o de discos” **(Diezma Iglesias y García Ramos, 2006, p.60).**



Figura 4. Sistema de apertura de surco de bota.

Fuente. Diezma Iglesias y Garcia Ramos pag. 60.

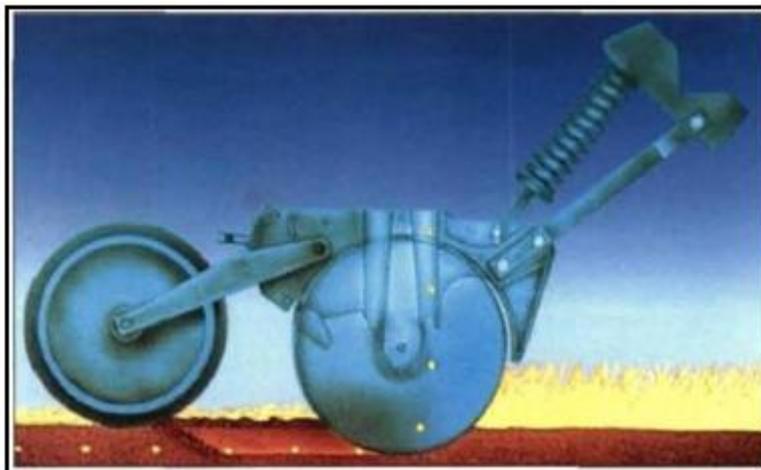


Figura 5. Sistema de apertura de surco de disco.

Fuente. Diezma Iglesias y Garcia Ramos pag. 60.

“El sistema de botas trabaja bien en los terrenos con buenas condiciones, así mismo se perfilan para guiar la semilla hasta lo más profundo del surco, en donde el encargado de cerrar la reja es la válvula anti-atascos; Dentro de sus desventajas tenemos que no pueden penetrar del todo en suelos endurecidos y se atascan constantemente en la maleza. Los abre surcos tipo disco, tienen una eficacia de

trabajo en todo tipo de terreno, sin embargo, tienen como desventaja el no poder colocar uniformemente la semilla dentro del surco. Algunas marcas en el mercado cuentan con abridor de surco intercambiable” **(Diezma Iglesias y García Ramos, 2006, p.61)**. “Se pueden apreciar dos grupos de las máquinas sembradoras a chorrillo, según su mecanismo dosificador y el distribuidor con el que cuentan. En el primero se tienen un elemento que dosifica las semillas en cada línea de la siembra, y por otro lado se tiene un elemento que dosifica para todo el ancho y mediante un sistema neumático distribuye las semillas por toda la línea” **(Diezma Iglesias y García Ramos, 2006, p.61)**.



Figura 6. Sembradora a chorrillo.

Fuente. Diezma Iglesias y Garcia Ramos pag. 61.



Figura 7. Sembradora a chorrillo neumática con elemento dosificador centralizado.

Fuente. Diezma Iglesias y Garcia Ramos pag. 61.

### **2.1.1.2. Sembradoras monograno:**

“En estas máquinas, el elemento fundamental es el mecanismo dosificador, ya que este va a depositar las semillas una por una con intervalos de tiempo regulares. En el mercado encontramos dosificadores mecánicos y neumáticos. Este tipo de máquina sembradora se diferencia al resto por su disposición de cuerpos de siembra independiente, los cuales son montados sobre un bastidor, estos disponen de una tolva y un mecanismo dosificador.

La distancia que existe entre estas líneas es regulada mediante una leve modificación de la posición relativa del bastidor. Ciertos modelos tienen la opción de modificar la distancia entre sus líneas desde el tractor mediante su sistema hidráulico. Los dosificadores mecánicos cuentan con un disco con un número variable de escotaduras que se reparten en toda la circunferencia. Estas escotaduras se logran adaptar a la forma de los granos que se usarán, así mismo la distancia que usará para el sembrado” **(Diezma Iglesias y García Ramos, 2006, p.62).**



Figura 8. Sembradora neumática monograno.

Fuente. Diezma Iglesias y Garcia Ramos pag. 62.



Figura 9. Plato dosificador horizontal de sembradora mecánica monograno.

Fuente. Diezma Iglesias y Garcia Ramos pag. 63.

### **2.1.2. Tipos de sembradoras.**

“Una función agrícola básica es la siembra, esta consiste en colocar la semilla sobre el terreno de cultivo, y a partir de esto germinen nuevas plantas. Se debe de sembrar de forma adecuada, si se desea que las plantas tengan un buen desarrollo deben sembrarse un lugar y ambiente adecuado” **(Ramos Eduardo, 2019, p.1)**.

“Las sembradoras siembran cualquier tipo de grano (maíz, cebada, trigo, ect), en cantidades adecuadas y dimensiones dependiendo las semillas.” **(Ramos Eduardo, 2019, p.1)**.

Entre los principales tipos de sembradoras mecánicas tenemos tres:

#### **2.1.2.1. Sembradoras a voleo:**

“Trata de colocar el grano de manera simétrica sobre todo el terreno de cultivo, y una vez hecho, tapar esta semilla con alguna tapa surco, como por ejemplo el rulo. Estas máquinas para sembrar son de simple construcción, tenemos dos sistemas: La primera para centrifugar y la segunda de descarga libre. Las centrífugas coinciden con las abonadoras centrífugas, en estas podemos obtener una buena exactitud en el reparto, presenta problemas parecidos al sembrado clásico: un consumo muy alto del grano y una gran dificultad para luego poder mecanizar la cosecha. Las

máquinas de sembrado de descarga libre son parecidas a las máquinas de chorrillo a las cuales se le quitan los tubos de caída, la cual deja que la semilla caiga a una altura baja. Cuentan, en su parte posterior, con sistemas de tapado de surco, con el fin de enterrar superficialmente la semilla” (Ramos Eduardo, 2019, p.2).

#### **2.1.2.2. Sembradoras en línea:**

“Las máquinas de sembrado en línea o de chorrillo son las que logran colocar sobre cada surco cierta cantidad de semilla” (Ramos Eduardo, 2019, p.3).

#### **Dentro de las funciones que ejecutan, tenemos:**

Apertura el surco para colocar el grano. Se lleva a cabo mediante cuchillas circulares como también con rejas surcadoras, estas van sobre el bastidor, de esta manera se consigue que la superficie del terreno pueda elevarse por encima de los obstáculos que puedan encontrarse.

Para la dosificación y el depósito de la semilla en el surco. Se lleva a cabo mediante elementos que reparten y uniformizan la semilla y de los tubos de caída.

El elemento que reparte la semilla es un elemento fundamental de la máquina de sembrar, esta tiene que permitir uniformidad en la siembra, entonces esta puede tener un uso para diferentes tipos de granos.

Las máquinas de sembrar cuentan con un elemento que dosifica el grano encima de su propio eje. Un ejemplo la rueda de dientes.

En las máquinas de sembrado con centrifugador, los granos logran entrar en la tierra, por gravedad, a partir de la tolva en un gran cono que gira en la base, esta se puede regular. Ya dentro, gracias a unas aletas unidas al cono, se las somete a fuerzas que hará que suba hasta llegar a la tapa ubicada en la parte de arriba, donde tiene pequeños huecos en donde entra y llega a los tubos de caída y llevadas a la apertura de surco del terreno de cultivo.

Enterrar la semilla. La reja de la máquina puede operar dicha función, sin embargo, se puede optar por usar rastras.

Comprimir el terreno alrededor del grano, mediante rodillo, favoreciendo la ganancia de la humedad entorno a este.

### **2.1.2.3. Sembradoras a golpe y Monograno:**

“La siembra a golpes trata de poner cierta cantidad de semillas sobre cada surco de siembra, esto debe ser intermitentemente y de manera que la semilla tenga entre sí una separación constante. Por otro lado, esto busca poner granos a iguales distancias las unas de las otras. Teniendo en cuenta que haciendo un cambio en el sistema de distribución se puede lograr colocar un grupo de granos o un solo grano. Por ende, una máquina de sembrar de precisión es la que puede depositar a una profundidad y distancia uniforme. Este tipo de siembra nos permitirá: Menos gasto de granos, precisión en la siembra del cultivo para una mejor cosecha y una menor complejidad para efectuar las funciones agrícolas pero mecanizadas” **(Ramos Eduardo, 2019, p.4).**

### **2.1.3. El diseño.**

“Una difícil tarea que involucra distintas habilidades es el diseño mecánico. La complejidad necesita un orden en él se realiza una lluvia de ideas para posteriormente ser revisadas y evaluadas” **(Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.4).**

“Diseñar es formar un plan para completar una necesidad específica darle solución a un problema. Si se trata de crear algo material (físico), el producto a crearse debe tener cierta funcionalidad, seguridad, confiabilidad, competitividad, utilidad, para que pueda ser fabricada y comercializada” **(Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.4-5).**

“El diseño es algo innovador y altamente iterativo. Así mismo es un proceso que implica decidir rápidamente. Algunas ocasiones éstas deben ser tomadas con muy pocos datos, en otras con la cantidad requerida de datos y en otras con demasiados datos en contra. De vez en cuando las decisiones se tomarán de manera tentativa, dicho esto conviene reservarse el derecho de hacer maniobras en los comandos a medida que se van obteniendo más datos. Es indispensable que el diseñador sienta satisfacción o comodidad a la hora de ejecutar la función de toma de decisiones y darle solución a un problema es específico” **(Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008,**

p.5).

#### 2.1.4. Fases del proceso de diseño.

“Usualmente, el diseño empieza identificando una necesidad. Casi siempre, el reconocimiento y la expresión de ésta requiere un acto de mucha creatividad, ya que la necesidad puede que una inquietud o simplemente porque detectó que algo no marcha como debe ser” **(Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.5).**

“Definir el problema implica algo es más específico e incluyendo los datos o medidas del producto que uno quiere diseñar. Se introducirán las especificaciones que serán datos de entrada y salida, dimensiones y las características del objeto que se desea ocupar. Podemos considerar al objeto que se diseñará como algo dentro de una caja negra. En el que se detallará los datos que entran y salen de la caja, así mismo sus limitantes. Algunas de las especificaciones nos definirán la vida útil del producto, el costo total, entre otros. Algunos de los puntos comunes respecto a las especificaciones son las limitaciones del peso total y las fallas de dimensiones” **(Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.5).** “En ocasiones, sintetizar elementos hace posible que el sistema tome el nombre de diseño del concepto. Siendo este punto clave para sintetizar un diseño. Deben presentarse diversos esquemas, estudiarse y ser contados en términos ya existentes. Según avance el esquema, se deben analizar para saber si el desempeño no satisface los requerimientos, de serlo, saber qué tan bien se funcionará. Los diseños son descartados en el análisis, pasan una revisión, se realizan alguna mejora y de no funcionar se desechan” **(Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.5-6).**

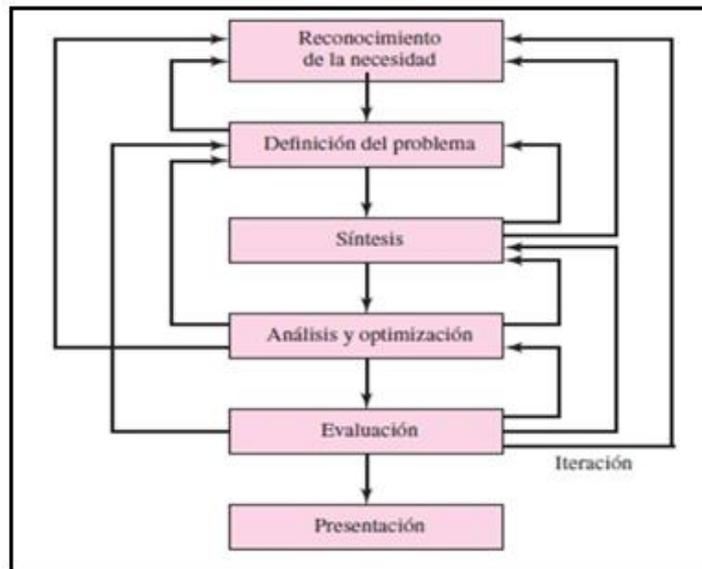


Figura 10. Fases del proceso de diseño.

Fuente. Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. pag. 6.

Podemos observar, y debe mencionarse, que el diseño es un proceso de muchas iteraciones que involucra muchos pasos, desde la evaluación de resultados hasta retornar a la primera etapa. De esta forma podemos reordenar los datos del sistema, luego analizarlos y poderlos analizar y regresar a la síntesis para ver sus efectos respecto las partes que quedan.

### 2.1.5. Herramientas y recursos del diseño.

Hoy en día el ingeniero cuenta con recursos que le permiten dar solución a problemas mediante el diseño.

#### 2.1.5.1. Herramientas computacionales:

“Estos programas dan al ingeniero la posibilidad de crear diseños tridimensionales (3-D) y poder generar vistas en dos dimensiones” (Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.8).

#### 2.1.5.2. Adquisición de información técnica:

“Esta época ha sido tildada de la época de la información, la cual crece a un ritmo

exponencial. Es importante estar al tanto de las investigaciones recientes de los diversos campos de investigación” (**Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.9**).

#### **2.1.6. Normas y códigos.**

“Se la conoce como al grupo de proceso que se han dictado con la finalidad de uniformizar diversos procesos. Su objetivo primordial es limitar los números de artículos que se declaran y dar unas especificaciones razonables” (**Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.11**).

Se le conoce como código al grupo de características que se usan en el análisis, y diseño de un bien es específico.

#### **2.1.7. Economía.**

“En el diseño de ingeniería es vital tomar en cuenta los costos para poder tomar una decisión respecto al estudio ya realizado en el diseño” (**Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.12**).

##### ***2.1.7.1. Tamaños estándar:***

Hacer uso de tamaños corrientes es básico para poder obtener una reducción de precio.

##### ***2.1.7.2. Tolerancias amplias:***

“Respecto a las características sobre precios, la tolerancia es la más. En la factibilidad de construcción de la pieza llega a influir demasiado la tolerancia del diseño; cabe resaltar que a tolerancias difíciles se usarán más métodos que si tuviera tolerancias comunes, esto provocará que el costo del bien a construir suba considerablemente” (**Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.12-13**).

##### ***2.1.7.3. Puntos de equilibrio:***

“Seguidamente pasa que, al ver las diferencias de precio entre diferentes diseños, la elección la tomaremos basándonos en la cantidad que produciremos y la

velocidad a la que ensamblaremos, entre otras” (Budynas, Nisbett y Edwaed, 2008, p.14).

## **2.2. Formulación del problema**

¿Es factible diseñar una máquina sembradora de maíz mecánica para optimizar el tiempo de sembrado en el centro poblado de Condorhuasi?

## **2.3. Justificación del estudio**

### **2.3.1. Técnica.**

La presente tesis va a permitir una optimización del proceso siembra de maíz, a través del desarrollo de un diseño a medida para este trabajo, con este diseño se evitará posible contaminación, así mismo generará desarrollo de acuerdo se vaya adecuando nuestra realidad, sin vulnerar la calidad del producto mucho menos la normativa.

### **2.3.2. Económica –financiera.**

A través de esta investigación se va optimizar el proceso de sembrado de maíz, con lo cual tiene como consecuencia mejorar la producción generando mayores ingresos a los pobladores, siendo beneficiados todos los miembros de la misma. Además, los agricultores tendrán un producto a menor costo.

### **2.3.3. Social – comunal.**

Esta investigación beneficiara a los trabajadores, los cuales ya no realizarían estas tareas exponiéndose a los riesgos que representa realizarlas, como enfermedades respiratorias o alergias en la piel, debiendo este trabajo ser realizado por el presente diseño.

### **2.3.4. Ambiental.**

El impacto ambiental de esta investigación es muy positivo debido a que, al mejorar el proceso de siembra del maíz, disminuye los desechos productos de las mermas en el proceso de siembra, además aportar a disminuir la huella de carbono.

## **2.4. Hipótesis**

En qué medida, se puede diseñar un sistema óptimo que permita el sembrado de maíz, si bien es cierto que se han realizado muchas investigaciones acerca de costos, sin embargo, muy poco se ha escrito del diseño de mecanismo para el sembrado de maíz de forma semi automática.

## **2.5. Objetivos**

### **2.5.1. Objetivo General.**

Diseñar una máquina semiautomática para optimizar el sembrado de semillas de maíz.

### **2.5.2. Objetivos Específicos.**

- ✓ *Analizar los procesos productivos de cultivo en el sembrado de maíz.*
- ✓ *Realizar los cálculos y selección de los elementos electromecánicos de la máquina de cultivo.*
- ✓ *Realizar un análisis económico de la manufactura de la máquina.*
- ✓ *Analizar el mecanismo del movimiento del sembrado.*
- ✓ *Desarrollar el modelo y simulación computacional del sembrado de maíz.*

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño de investigación

La investigación que aquí se presenta es no experimental ya que no se manipula a la variable que va a depender para apreciar su efecto en las demás. Se basa en la observación de la variable en su ámbito normal para luego analizarla, el investigador no posee un control sobre dicha variable, porque los hechos ya ocurrieron.

##### 3.1.1. Descriptiva.

La investigación es de tipo descriptiva, ya que logra observar y se describir el problema de manera natural, es decir como lo encontramos, sin la manipularla o

Estudio	T1
N1	B1
N2	B2

intervenir el investigador.

Donde:

N1 y N2 son muestras

B1 y B2 son observaciones

#### 3.2. Variables, operacionalización.

##### 3.2.1. Variable Independiente:

Diseño de la máquina sembradora mecánica

##### 3.2.2. Variable Dependiente:

Tiempo de Sembrado

Tabla 1: Operacionalización de las Variables.

Variable		Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición	Instrumento
<b>Independiente</b>	Diseño de una maquina semiautomática	La sembradora es una máquina que permite la siembra regular, bien sobre toda la superficie o en líneas equidistantes y a una profundidad uniforme, de todas las semillas en los cultivos	Máquina encargada específicamente de realizar la operación agrícola de manera mecánica, reduciendo el esfuerzo ejercido por el agricultor	Potencia	W	Observación
				Torque	N.m	
				Velocidad	RPM	
				Rendimiento	Kg/H	
<b>Dependiente</b>	Sembrado de maíz	Consunto de manifestaciones sintomáticas producidas por el trabajo o por un ejercicio prolongado, produciendo un menor desarrollo de fuerza esperada	Fatiga muscular y mental que requiere más esfuerzo del normal para lograr un nivel deseado de fuerza, lo cual conduce a debilidad física	Estado físico	valoración	Observación
				Estado mental	valoración	
				Rendimiento del agricultor	Área cultivada	

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población.**

El presente trabajo de investigación no contempla definir una población ya que el objetivo de estudio del cual se van a obtener las repuestas está constituida por un solo sistema.

#### **3.3.2. Muestra.**

La muestra constituirá de un diseño de una máquina sembradora de maíz semiautomática.

La muestra va ser el mecanismo que se va encargar de sembrar el maíz de una manera uniforme optimizando el tiempo y el ahorro de semillas.

### **3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

**Observación:** Donde se caracteriza las condiciones al operar la maquina y buscar elementos de materia prima y normas de diseño. Los instrumentos podemos encontrar en las fichas de control para seleccionar y revisiones documentarias.

#### **3.4.1. Técnica de Recolección de Datos.**

La presente tesis usará las técnicas que se mencionan a continuación:

##### ***3.4.1.1. Observación:***

Mediante esta técnica se sabrá las especificaciones de trabajo, como dimensiones de la maquina sembradora, así mismo se harán medidas de las diferentes características de funcionamiento.

##### ***3.4.1.2. Revisión documentaria:***

La revisión nos beneficiará facilitándonos la búsqueda de diferentes especificaciones técnicas de la máquina, por ejemplo, saber que materiales usar para cada parte de la máquina, entre otros.

#### **3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.**

#### **3.4.2.1. Ficha de control de Diseño:**

Esta ficha es usada para saber si la máquina de sembrar cuenta con un buen funcionamiento y está operativa, ya que evaluará tolerancias, entre otras características.

#### **3.4.2.2. Ficha de Revisión Documentaría:**

Esta dicha nos ayudará a tener registrado toda la información a la cual acudiremos para el correcto diseño de la máquina, estos documentos pueden ser libros, documentos, fichas técnicas, entre otras.

#### **3.4.3. Validez:**

La tesis debe tener la validación de un profesional en el área, se debe saber también que este profesional debe hacer uso de los diferentes pasos para validar, estos pueden ser hacer uso de instrumentos para recolectar datos y parámetros de un buen funcionamiento, entre otros.

#### **3.4.4. Confiabilidad:**

Esta va a ser generada por los mismos especialistas que la validarán, si antes de validarla se necesita modificar algún elemento, se modificará según la opinión del especialista.

### **3.5. Métodos de análisis de datos.**

Se realizará el análisis de datos mediante uso de la estadística descriptiva aplicándolo a las variables de estudio, de esta manera, se tabularán los datos y evaluarán factores comunes.

### **3.6. Aspectos éticos.**

Como investigador, tomo el compromiso de respetar la propiedad intelectual, la confiabilidad de los datos que voy suministrando, por la empresa y la veracidad de los resultados y en la investigación que presento, no tiene un efecto negativo en la sociedad si no por el contrario un beneficio para esta.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Analizar los procesos productivos de cultivo de maíz.**

De acuerdo a Deras H, "El maíz (*Zea mays* L.) Está dentro de a la familia de las gramíneas, perteneciente a la tribu maideas, hay teorías nació en los trópicos de América Latina.

#### **4.1.1. Descripción de la planta.**

El sistema radicular del maíz es desarrollado en base de la radícula del grano, que es sembrada a una adecuada profundidad, para lograr un desarrollo óptimo. las raíces comienzan a decrecer cuando la plúmula nace, y virtualmente, el desarrollo de la etapa de tres hojas de la plántula de para completamente.

Las primeras raíces comienzan a desarrollarse desde del primer nudo; paso esto, debido a una profundidad estable, que no tiene nada que ver con la profundidad con la que se colocó la semilla. Un grupo de raíces se puede desarrollar en base de cada nudo un promedio de diez nudos, todos enterrados. Estas raíces se reproducen en raíces llenas de fibra. El sistema de raíces es fundamental en el sistema de fijación de la planta, y además puede absorber agua y nutrientes. Mistrik y Mistrikova (1995) hallaron que las raíces seminales cuentan con el 52 por ciento, mientras que le dé nudos tiene el 48 por ciento de la masa total.

La planta tiene un tallo robusto, que está hecho de entrenudos y nudos más o menos distantes; tiene de quince a treinta hojas con 4 a 10 centímetros de anchura por cincuenta de largo; cuenta con bordes ásperos, finamente ciliados y algo ondulados.

Según Ospina J, El maíz es un grado con infinidad de usos, incluso mucho más que otros cereales, como comida para animales, este forraje es también de uso industrial con diferentes aplicaciones. A nivel del mundo el 66% del total de maíz que se cosecha es destinado para alimentar animales, el veinte por ciento de consumo humano directo, el ocho por ciento es usado para producir alimentos industrialmente y el seis por ciento se utiliza para la siembra o se pierde.

Los países industrializados, aproximadamente 70% del maíz que producen es para la alimentación animal. Por lo que, en los países en vías de desarrollarse, de bajos ingresos, sólo se usa un promedio del 20%, mientras que el 80% es destinado al

consumo humano e industrial.

Conociendo las propiedades químicas del almidón de maíz, este contiene ciertas características que la distinguen, por ejemplo, capacidad para formar películas, fácil digestibilidad y espesantes, pegantes, como las de generar una especie de harina fina y pura. Debido a que es económico es considerado una buena opción para generar alimentos para alimentar seres vivos (hombres y animales).

Diversos autores mencionan que de la planta de maíz pueden crear muchos artículos, estos son más de 800. Se fabrican más de 274 productos a partir de sus granos y sus macronutrientes están en una u otra forma en la creación de muchas recetas exquisitas.

Respecto al consumo humano, el grano seco es sometido, a procesos físicos, como el de trilla mecánica. Se considera más eficientes a los granos duros que pasan por la trilladora, si contienen almidón harinoso y blando. Por ejemplo, la sémola es otro producto, que es resultado de los cristales del endospermo y este producto es utilizado principalmente para producir masa para pan. El único de los 11 tipos de granos de maíz, la pira reventador, es el que cuando explota produce canchita.

Para concentrados de cerdos, aves y vacas, en general, alimento animal se utiliza el maíz para la composición de estos.

Es posible usar como forraje o abono verde los tallos de maíz, una vez separada la mazorca. Estructuralmente el endospermo y el germen forman parte del mayor porcentaje del peso del grano completo. El contenido de aceite puede variar de 25 a 40%, lo que hace un total de 80- 84% del total del peso del grano. Del embrión se extrae el aceite de maíz. La proteína de este germen, está en el rango de 15 y 30%, esto es prácticamente el dieciocho por ciento proteico del grano en total.

Algunos de los alimentos más comunes en el país de Colombia que son a base de maíz son las arepas y los bolos.

Cabe resaltar que, en algunos centros de ventas, podemos encontrar el maíz en forma de choclo que es el maíz dulce.

Hablando industrialmente, es muy interesante, ya que para generar endulzantes y de alcohol que se genera mediante la fermentación de este, para ser usado en la gasolina.

Para transformar el grano, se hace uso de diversos métodos que tienen el nombre de molienda húmeda y seca. A partir de la húmeda se obtiene entre 93-96% del

almidón que está dentro del grano, dicho porcentaje tiene propiedades para lograr películas y una digestibilidad fácil. Así mismo se logran extraer aceite de maíz, demás propiedades que son usadas en industrias de papel, entre otras. Así mismo se logra obtener aceite para uso doméstico, el cual es bajo en grasas insaturadas (colesterol bueno) y usado también para la fabricación de pinturas o jabón. A partir de la molienda se está buscando separar la estructura de los granos de maíz. Algunos productos comunes que obtenemos del maíz seco son: maíz molido y trillado, estos son empleados en los siguientes porcentajes, comida para animales (34%); residuos o pérdida (4%) sémola y harinas (60%), aceite (2%). En base a harina se producen harinas para consumo humano; los derivados de la molienda seca para construir, entre otros.

El cereal por excelencia para la alimentación animal es el maíz, ya que en nuestra cultura esta es la base de la alimentación. Sin embargo, el problema es la falta de alimentos para los que crían peces, ya que el maíz aporta proteína a la alimentación y así mismo la generación de energía a base de etanol. La competencia es debido a su materia prima y logrará introducirse al nuevo orden del mercado de granos a nivel, lo que ocasionará una crisis en diversos países que tienen una dependencia de esta para su producción, sabiendo que se empieza a evidenciar en estos tiempos el alza acelerada de los precios del maíz, la reducción creciente en la oferta del grano a nivel mundial y sus consecuencias sobre las economías con alta dependencia de este grano, como por ejemplo se da en Colombia.

La siembra del amaranto se ejecuta manualmente ya que los agricultores no tienen equipo especializado para esta tarea. Cuando llega la hora de sembrar el quince por ciento de productores bañan la semilla con abono orgánico. Para evitar la hierba mala hacen uso de instrumentos manuales.

Los productores de amaranto mencionan que tendrían beneficios si logran hacer uso de una sembradora manual, debido a que en una encuesta se obtuvo que el 53% de los productores podrían disminuir sus gastos en jornales de siembra. Un 41% ahorraría en semillas y solo un 6% cualquier pendiente.

Para la siembra de maíz, el 55% de los productores la realizan de manera mecánica; si no cuentan con sembradoras ellos alquilan equipo. Al momento de la siembra, el 35% de los productores fertiliza. El control de malezas se realiza de forma manual. El 28% de los productores realiza control de plagas y enfermedades,

para la aplicación de los productos emplea mochilas de aspersión. Medios de producción

Se encuestó para el amaranto obteniendo que el 52% no cuentan con maquina alguna. A pesar de esto, que la mayoría de productores tienen algún tipo de maquinaria, no necesariamente son utilizados en el proceso de producción de amaranto. Los equipos o implementos que tienen varían, estos son: aspersor de mochila (13%), tractor rastra arado (12%), asesoras tipo aguilón (5%), fertilizadora (3%) y sembradora mecánica (1%).

La tractor rastra arado y en raros casos es la Aspersora de mochila, estos son usados para la preparar el terreno para sembrar y hacer uso de pesticidas. En la producción de amaranto sólo 12% de los productores tienen la maquinaria necesaria poder cultivar, en específico las de preparación del terreno, antes de la siembra, este porcentaje coincide con los productores que cuentan con tractor arado rastra, pero falta la cosecha. De los productores entrevistados, sólo el 88% pudo afirmar que no cuentan con maquinaria propia para su producción, por lo que tienen que alquilar estas maquinarias en los trabajos de preparación del terreno. En maíz, del total de los productores encuestados, solo el 22% cuenta con algún equipo o maquinaria agrícola.

Diferentes productores de amaranto como maíz (92%) opinan que los altos costos de producción y la deficiente mecanización, son los problemas que están ocasionando el enfrentamiento de la producción. A partir de la mecanización se divulga el crecimiento económico, con mayores rendimientos por hectárea y ampliación del área cultivada, puede ser mediante la incorporación de nuevas tierras o a través de la posibilidad de realizar más de una siembra por año, en una misma unidad de superficie. Dicho esto, sería mejor replantear las políticas públicas a promover, ya que estas fomentarán y avalarán la investigación y permitirá desarrollar maquinaria agrícola para Colombia. En la producción de amaranto y maíz se necesita solucionar el problema de mecanización, sobre todo para pequeñas unidades de producción, pues debido a la estructura agraria del país es imposible modernizar el minifundio con paquetes tecnológicos intensivos en capital, por las siguientes razones:

En primer lugar, las máquinas de agricultura se construyen para grandes terrenos, entonces para pequeñas parcelas estaría varada casi todo el tiempo, sin embargo,

Realizar los cálculos y selección de los elementos electromecánicos de la máquina de cultivo

#### **4.1.2. Requerimiento de diseño.**

Cuando es planteada la necesidad, se procede a establecer los aspectos que tendrá la maquinaria. Es sumamente importante tener en cuenta costos, facilidad de construcción y que tan eficiente será. Tomando en cuenta el factor económico, se considerará los costos en el mercado de las piezas que contendrá, si estas las podemos encontrar en el mercado o se tienen que fabricar; lo óptimo sería intentar diseñar tomando en cuenta medidas estándar, debido a que nos facilitaría en reducir el precio. La máquina de sembrar deberá colocar por lo menos de dos granos en cada hueco a sembrar y perdurar 4 pulgadas con el fin que el grano pueda estar dentro de la tierra un promedio de 2 pulgadas. El operario tendrá que cubrir el depósito de maíz con suma facilidad y percatarse cuando se termina el grano sin tener que abrir o desarmar la tolva. Entonces, deberá ser transparente o de lo contrario indicar la cantidad. Sabiendo estos requerimientos, se construyó la primera máquina con la que se realizarán pruebas de los rangos de velocidad y potencia que se requerirá para el hacer un agujero en el suelo, también se mejorará el peso de esta, hasta que tenga un peso de 22 libras. En primera prueba, tomando en cuenta el diseño ergonómico, también la potencia y el sistema de transmisión fue extraído de una máquina de podar Grass, esta tiene es de Potencia Nominal de 2.4 HP y de 9.000 rpm.

#### **4.1.3. Descripción y funcionamiento del prototipo.**

La máquina sembradora de maíz funciona de la siguiente manera:

Al prender el motor de la moto guadaña y al acelerar el motor mediante un cable que va acoplado a un mando de acelerador en el timón este usa la potencia que necesita los engrandes para girar; dando movimiento a la rueda de tracción, eso hace que las ruedas giren dándole movimiento a la máquina y a la vez al sistema dosificador girando y transportando las semillas en el agujero, que va abriendo el arado y dejando caer la semilla. El mecanismo dosificador de maíz trata de un rodillo de caucho, en una de sus partes superiores se hizo una hendidura que sirve para

la selección de las semillas, rodillo dosificador que se acopla con la tolva, lugar donde se almacena la semilla.

El rodillo acoplado al mismo y a los engranajes de la caja de fuerza; giran el rodillo y transportan la semilla que cae fácilmente por el agujero que deja el arado y la rueda posterior de la máquina cerrando el surco que dejó el arado.

Los giros del dosificador permiten que la semilla caiga de manera uniforme a unos 30 cm., velocidad que se regula gracias a los engranajes que se encuentran en la caja de fuerza.

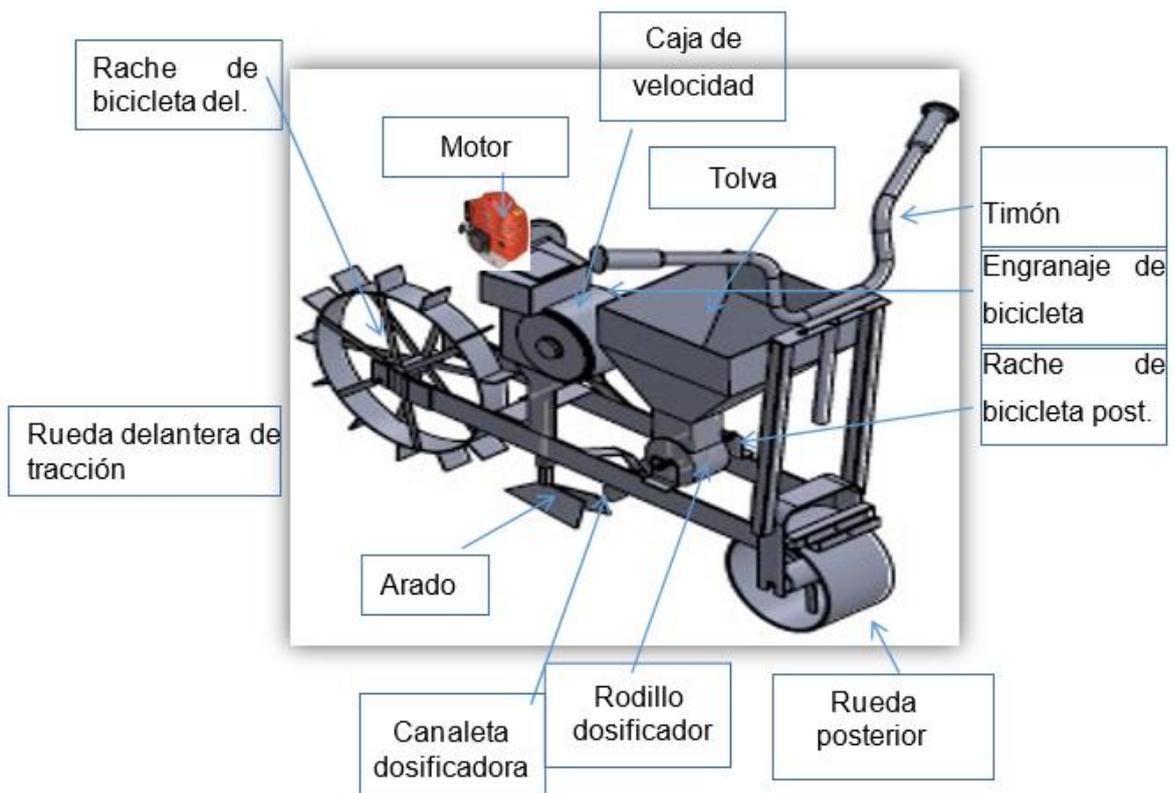


Figura 11. partes de la máquina.

Fuente. Elaboracion propia del autor.

#### 4.2. Tipos De Sembradoras.

La siembra es la fuente primordial en la agricultura, trata de colocar los granos en la tierra para que posteriormente nazcan nuevas plantas. Se debe sembrar de

forma adecuada si deseamos obtener una buena producción.

*Entre las sembradoras mecánicas de granos tenemos:*

#### **4.2.1. Sembradoras a Voleo:**

Trata de colocar uniformemente las semillas sobre todo el terreno que se sembrará, y una vez depositada se entierran.

#### **4.2.2. Sembradoras en Línea [2]:**

En este tipo de máquinas de sembrado se consigue colocar uniformemente en cada surco una cantidad establecida previamente de granos.

#### **4.3. Sus funciones de las sembradoras son:**

Abren el surco donde se va a colocar el grano. Se realiza con cuchillas en forma de círculo con rejas para hacer surcos, encima del bastidor, pueden elevarse por encima de obstáculos. Dosifican y colocan el grano en el surco realizado. Se hace gracias al mecanismo de distribución y de los tubos de caída.

El órgano que distribuirán una parte esencial de la sembradora, tiene que ser regulable para poder regular la caída de los granos y así mismo poder sembrar diversidad de semillas. Este órgano puede ser alguno de los siguientes: De rodillos, centrífugas y neumáticas.

Las máquinas para sembrar que contienen un rodillo y dosificador tienen un eje giratorio y en él va montado este rodillo o rueda de dientes.

En las máquinas de sembrado con distribuidor centrífugo los granos deben entrar dentro de la tolva por la abertura de regulación, luego de esto se someterán a una fuerza de ascensión que los expulsará hasta unos tubos de caída y por unos agujeros caerán unas las botas que abrirán el surco y dejarán caer la semilla.

Enterrar el grano. La propia reja debe efectuar esta operación, pero cabe la posibilidad que se pueda utilizar otras rejas, rastras, cadenas, etc. Compactar el terreno, a través de rodillos le ayuda a la semilla a que no disminuya su humedad.

#### **4.3.1. Sembradoras a Golpes y Monograno:**

Este tipo de siembra trata de poner las semillas sobre el surco y poco a poco para que los granos tengan una separación entre sí.

#### **4.3.2. Modelado Dosificador Mecánico:**

El dosificador de semilla tiene forma y parámetros de funcionamiento que responden a la acción de sembrar.

#### **4.3.3. Modelado del Chasis:**

Es el armazón que en donde se unirán todas las piezas de la máquina de sembrado, algunos de estos son los órganos distribuidores, cuchillas, entre otros. Así mismo este tendrá que dar seguridad a las piezas quedándose fija o variando poco, pero teniendo un funcionamiento correcto y óptimo.

Este elemento debe contar con 2 propiedades fundamentales para el correcto funcionamiento del mismo, estos son:

##### **4.3.3.1. Rigidez:**

Tiene que tener la capacidad de soportar diversos esfuerzos producto de frenados en seco o de las condiciones de trabajo sin deformarse en lo absoluto.

##### **4.3.3.2. Resistencia a la Fatiga:**

Fenómeno en el que la rotura de algunos materiales bajo cargas dinámicas cíclicas es más fácil que si fueran cargas estáticas. Está compuesto por ciclos dinámicos que impactan y generan vibraciones y producto de esto el material se endurece y pierde su resistencia.

Entregadas al disco de alveolos. Tendrá forma de una pirámide truncada al revés con 30° para tener más área de descarga.

La tolva contará con un volumen total de:

$$V_{total} = 0.0346m^3. [7]$$

#### **4.3.4. Modelado del Tren de Siembra.**

Es el conjunto de elementos que están en contacto con el suelo compuesto por la rueda compactadora y de mando, rueda de tracción y el abre surcos.

#### **4.4. Analizar el mecanismo del movimiento del sembrado.**

Las partes esenciales de una sembradora son: Bastidor, Tolva, Órganos de distribución. Órganos de enterrado, Órganos complementarios. Mecanismos de regulación.

##### **4.4.1. Evaluaciones preliminares.**

En esta etapa de diseño, basado en el diseño previo, fue muy importante realizar y justificar las innovaciones que pudieran realizarse. A medida que se avanzaba en la construcción, se estudiaron y probaron las distintas partes de la máquina, perfeccionándose aquellas partes según los resultados obtenidos en las pruebas estáticas como dinámicas realizadas. Siendo el mecanismo de transmisión de movimiento y el mecanismo dosificador los más importantes de una sembradora, se procedió de la siguiente manera: Mecanismo de transmisión de fuerza: Este proporciona el movimiento sincronizado al dosificador, determinando el espaciamiento de las semillas en el surco.

Está formado por una rueda, la que al girar transmite movimiento mediante una combinación de piñones intercambiables a un rodillo dosificador, movimiento que se conoce como índice de transmisión ("*I*"), que es igual a:

$$I = \frac{Z \text{ conductores}}{Z \text{ conducidas}}$$

Lo que entrega el número de vueltas del disco dosificador, por cada vuelta de la rueda. Disco dosificador: Se probaron distintos diseños de dientes y de alvéolos. En forma estática se hizo conteo de semillas girando la rueda 10 veces, con una apreciación óptica del llenado de los alvéolos o de los dientes, según sea el caso, a una velocidad tangencial (periférica) del disco que simulase una velocidad de avance de 4 km h-1.

El cálculo de la velocidad tangencial del disco se realizó según el método descrito por Delafosse, considerando una velocidad de trabajo de 4 km h<sup>-1</sup> según la fórmula:

$$V_{tg} = \frac{V_a(m.s^{-1}) * i * rP(m)}{rR(m)}$$

**Dónde:**

$V_{tg}$  = Velocidad tangencial.

$V_a$  = Velocidad de avance de la maquina.

$i$  = Indice de transmision.

$rP$  = radio de Placa de siembra centro del alveolo.

$rR$  = radio de la Rueda de mando bajo carga

En forma dinámica se observó el espaciamiento de las semillas al hacer funcionar el prototipo sobre cemento y sobre pasto para evitar el rebote de las semillas. Luego, en terreno, se observó el correcto funcionamiento de los mecanismos de tubo de descarga, abre surco y sistema tapador-apisonador, realizándole los ajustes necesarios para evitar rebote, y que la semilla quede bien posicionada y tapada.

#### **4.5. Realizar un análisis económico de la manufactura de la máquina.**

##### **4.5.1. El análisis económico – financiero:**

Se basa en el análisis de los ahorros a precios sociales o precios sombra , obtenidos por la mejora en los procesos de Maíz por los micro productores agrarios ( En terrenos inclinados y pedregosos ) , logrando una mayor productividad que trae los consiguientes beneficios económicos , así mismo trayendo beneficios ergonómicos por mejores posiciones de trabajo , que repercuten en menos enfermedades ocupacionales , en mejor nivel de vida , mejor confort de los agricultores que utilizaran este mecanismo Tomaremos como referencia la metodología de ingresos y costos marginales, y pasaremos a ejecutar la elaboración de los diferentes estados financieros, y en estos ejecutaremos el análisis de valor actual neto en precios privados económicos, así mismo se concluirá con la tasa interna de retorno económico (TIRE) (VANE)

Si consideramos que la Producción aumenta un 20 %, es decir 100 m2/ Hr adicionales cultivados, funcionando un promedio de 8 horas Diarias (Entre 6 a 10 Horas Diarias), con un ingreso marginal unitario de 0.10 Nuevos Soles, por cada 100 m2 adicionales cultivados y considerando un promedio de 100 Días al año de siembra, nos determina un Ingreso de S./ 80.00 Soles al año por esta mayor producción

Teniendo en cuenta que debemos ejecutar una inversión inicial, se efectuará una remodelación del ingreso de la materia prima, la cual se encontrará en el presupuesto de construcción e instalación mostrado en la siguiente tabla:

*Tabla 2: Presupuesto de fabricación de sembradora de maíz.*

PRESUPUESTO DE FABRICACION DE SEMBRADORA DE MAIZ					
ITEMS	DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. PARCIAL	TOTAL
1	Sistema de Sembrado de Maíz	1	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00
2	Fabricación y Puesta a Punto	1	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00
				COSTO DIRECTO	S/ 105.00
				G. G+UTILIDAD	S/ 20.00
				COSTO SIN IGV	S/ 125.00
				IGV	S/ 22.50
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/ 147.50</b>

Fuente: Elaboración propia del autor.

*Se ejecutará según los criterios siguientes:*

#### **4.5.2. Vida útil económica de la Maquina:**

Serán de cinco años, considerando la obsolescencia tecnológica de los componentes:

- ✓ *Tasa de Descuento:* Consideramos que trabajaremos con una estructura de financiamiento, 100 % préstamo bancario, que de acuerdo al mercado de oferta y demanda de dinero (Curvas IS – LM) y los riesgos Tipo de Negocio

y Tipo de Cliente, lo situamos en 10 % al año, se consideran costos de mantenimiento iguales al 5 % anuales del valor del activo.

- ✓ No consideramos valor residual, para las maquinas a fin de la vida útil, y consideramos los hechos como determinísticos, es decir no realizaremos un análisis de sensibilidad, todo esto nos determina el siguiente flujo de caja:
- ✓ El flujo de caja se tomará con cinco años, y un quince por ciento de coto ponderado capital, y no se hará un análisis de sensibilidad.

*Tabla 3: Tabla de Ingresos y Egresos.*

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>INGRESOS</b>		80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
<b>EGRESOS</b>	149,50	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
<b>NETO</b>	-149,50	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01

Fuente: Elaboración propia del autor.

Se lograron contar con los siguientes indicadores financieros, estos se evaluarán y podremos apreciar la viabilidad económica y financiera y qué mejoras podemos realizar en la máquina.

*Tabla 4: Tabla del VAN Y TIR.*

<b>VAN</b>	153,76	<b>TASA</b>	0,1
<b>TIR</b>	42,85%		

Fuente: Elaboración propia del autor.

Analizar el mecanismo del movimiento del sembrado, al analizar el movimiento del mecanismo de una sembradora de granos de maíz, encontramos los siguientes elementos y criterios:

### **4.5.3. Dosificador:**

Es un rodillo de caucho que tiene una hendidura en la parte superior de la superficie de tamaño apropiado para las dimensiones de la semilla; la cual unas 4 a 5 semillas se alojan en dicha hendidura. Desarrollar el modelo y simulación del sembrado de maíz

El modelo de sembradora, implica una dosificación de grano de manera uniforme, que puede estar guiado por el número de revoluciones de la rueda de la sembradora, la cual, al moverse la rueda de tracción, graduando el arado abre surco de la manera que requiere la profundidad del agujero el dosificador de manera sincronizada girando y transportando la semilla hacia la canaleta que transporta la semilla hacia el agujero que hizo el abre surco perforando el suelo con la velocidad de acuerdo a la dureza del suelo, así como, el mecanismo dosificador de granos de maíz.

## V. DISCUSIÓN

El agricultor andino en el Perú, realiza labores de siembra de maíz, en condiciones muy desventajosas, por la inclinación de los suelos, la dureza de estos, generando una actividad con muy poca productividad, por lo que mecanismos que eleven la productividad de esta actividad tiene un alto sentido social

El aumento de la productividad tiene una alta rentabilidad social y económica, por lo que se debe implementar este proyecto.

Al analizar el movimiento del mecanismo de una sembradora de granos de maíz, encontramos los siguientes elementos y criterios:

*Dosificador:* es un rodillo de caucho que tiene una hendidura en la parte superior de la superficie de tamaño apropiado para las dimensiones de la semilla; la cual unas 4 a 5 semillas se alojan en dicha hendidura.

Para ello desarrollaríamos un modelo de sembradora que implica una dosificación de grano de manera uniforme, que puede estar guiado por el número de revoluciones de la rueda de la sembradora, la cual, al moverse la rueda de tracción, graduando el arado abre surco de la manera que requiere la profundidad del agujero el dosificador de manera sincronizada girando y transportando la semilla hacia la canaleta que transporta la semilla hacia el agujero que hizo el abre surco perforando el suelo con la velocidad de acuerdo a la dureza del suelo, así como, el mecanismo dosificador de granos de maíz.

## VI. CONCLUSIONES

El uso de máquinas semiautomáticas aumenta la productividad del hombre del campo aumentando su nivel de ingreso y por ende su nivel de vida. Estas máquinas disminuyen de manera notoria el esfuerzo físico del trabajador del campo, pues un diseño ergonómico permitirá que trabaje en posiciones menos incomodidad y estresantes.

En conclusión, se logró analizar cada uno de los procesos productivos al momento de cultivar maíz según fuentes de autores y bibliografías tanto de manera nacional como internacional

Para la selección de los elementos electromecánicos de la máquina de cultivo se tuvo en cuenta ciertos requerimientos que según encuestas a agricultores y datos tomados se procedió a realizar el diseño más óptimo de nuestra máquina que posterior se le harán pruebas.

Al analizar el mecanismo en movimiento concluimos que su importancia de las sembradoras fue justificable en innovaciones. Conforme fue avanzando su estudio A medida que se avanzaba en la construcción, se estudiaron y probaron las distintas partes de la máquina, perfeccionándose aquellas partes según los resultados obtenidos en las pruebas estáticas como dinámicas realizadas. Siendo el mecanismo de transmisión de movimiento y el mecanismo dosificador los más importantes de una sembradora,

El cálculo de la velocidad tangencial del disco se realizó según el método descrito por Delafosse, considerando una velocidad de trabajo de 4 km h<sup>-1</sup> según la fórmula Tomando en cuenta el factor económico, se considerará el valor comercial de las piezas que la componen, si estas las podemos encontrar en el mercado o se tienen que fabricar; lo óptimo sería tratar de hacer el diseño sobre la base de piezas y medidas ya estandarizadas, debido a que nos facilitaría en reducir el precio con un VAN de 153.76 y un TIR de 42,85%

## VII. RECOMENDACIONES

La máquina diseñada es sencilla en su manejo, sencilla en su fabricación y mantenimiento y por lo tanto sencilla en su costo y por ende al alcance de la economía de la gente del campo, es la misión de este trabajo de investigación , el diseño , construcción de una máquina semiautomática que nos permita sembrar en terrenos empinados, pedregosos, secos, en los lugares más apartados de nuestra geografía, con pocos elementos, que utilicen materiales propios de la zona , que permitan su pronta reparación y por lo tanto su casi continuo funcionamiento.

Como recomendaciones:

El aumento de la productividad tiene una alta rentabilidad social y económica, por lo que se debe implementar este proyecto.

La continuidad de estos proyectos es eficiente para el crecimiento de los futuros profesionales logrando un mejor desarrollo.

Agrupar a los productores Microempresarios para mejorar los créditos en el sector agrario para la eficiencia de nuevas tecnologías.

## REFERENCIAS

- AGRONLINE. 2018.** *Diario digital del sector Agrícola y Ganadera.* [En línea] 2018. <http://www.agronline.pe/noticias/agricultura/contando-la-historia-el-padre-de-la-primera-sembradora-mecanica-2/>.
- BARBOSA DOS ANJOS, José [et al]. 2014.** *Sembradora manual para siembra directa de Maíz y Frijol.* Universitaria de la República de Cuba. Cuba.: Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2014.
- BOURGES, Gastón, MEDINA Mabel y ELIACH Jorge. 2018.** *Diseño y evaluación de sistemas de siembra neumáticos.* Universidad Nacional de Rosario. Rosario - Argentina: s.n., 2018.
- BUDYNAS, Richard, KEITH, Nisbett y EDWARD Shigley, Joseph. 2008.** *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.* Novena. México: México: McGraw Hill, 2008. págs. 1- 1069. ISBN: 9786071507716.
- CÁRDENAS, Germán y SALAZAR, Iván. 2016.** *Estudio de factibilidad financiera para la instalación de una planta modelo procesadora de harina precocida de maíz para consumo humano en Ecuador. Tesis (Administración de empresas).* Universidad Internacional de Ecuador. Quito-Ecuador.: s.n., 2016.
- DIEZMA Iglesias, B y GARCÍA Ramos, F. 2006.** *Características técnicas de las sembradoras convencionales.* Escuela Politécnica Superior de Huesca. España: Siembra., 2006. págs. 60-64.
- FIGLIUOLO, Sofía y PUJADAS, María F. 2013.** *La importancia del Sector Industrial en la cadena de Maíz. Un análisis en la provincia de Santa Fe. Tesis (Ciencias económicas y Estadísticas).* Universidad Nacional del Rosario. Argentina-Rosario.: s.n., 2013.
- GARCÍA, Ricardo, AVENDAÑO, Álvaro y SUAREZ, Alexci. 2016.** *Diseño de un prototipo de sembradora mecánica de granos, alternativa agrícola. Facultad de Ingenierías.* Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Colombia. : Ingenio UFPSO., 2016. págs. 1- 8. ISSN: 2011-642.
- IAN Homer y VILLA, R. 2015.** *Desarrollo y evaluación de una unidad sembradora de maíz (Zea mays L.) para tracción animal o humana.* Universidad de Chile, Facultad Ciencias Agronómicas. Chile: s.n., 2015. págs. 42-43.
- MESTAS Ramos, Sergio, [et al]. 2016.** *Diseño y construcción de maquina sembradora para la producción de maíz.* Universidad Católica de Santa María, Perú. Perú: Engineering Innovations for Global Sustainability, 2016.
- NAVARRO GARAY, Fermín Hugo. 2017.** *Comparación de costos de producción empleando dos sembradoras de precisión en agricultura de conservación vs. agricultura convencional.* Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: Facultad de Ingeniería Agrícola., 2017.
- OSPINA Bayona, Héctor E y SANCHEZ Torres, Cristian C. 2017.** *Diseño de un prototipo de sembradora mecánica de semillas de maíz y frijol para la granja de la Universidad Francisco de paula Santander Ocaña.* Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Colombia.: s.n., 2017.
- PENGUE, Walter. 2014.** *Cambios y Escenarios en la Agricultura Argentina del siglo XXI.* Argentina.: s.n., 2014.
- RAMOS, Eduardo. 2019.** *Tractores y Maquinas.* [En línea] 03 de marzo de 2019. <https://www.tractoresymaquinas.com/tipos-de-sembradoras-agricolas/>.
- REMY, Isabel M. 2014.** *Feminización de la agricultura peruana.* Lima: Revista

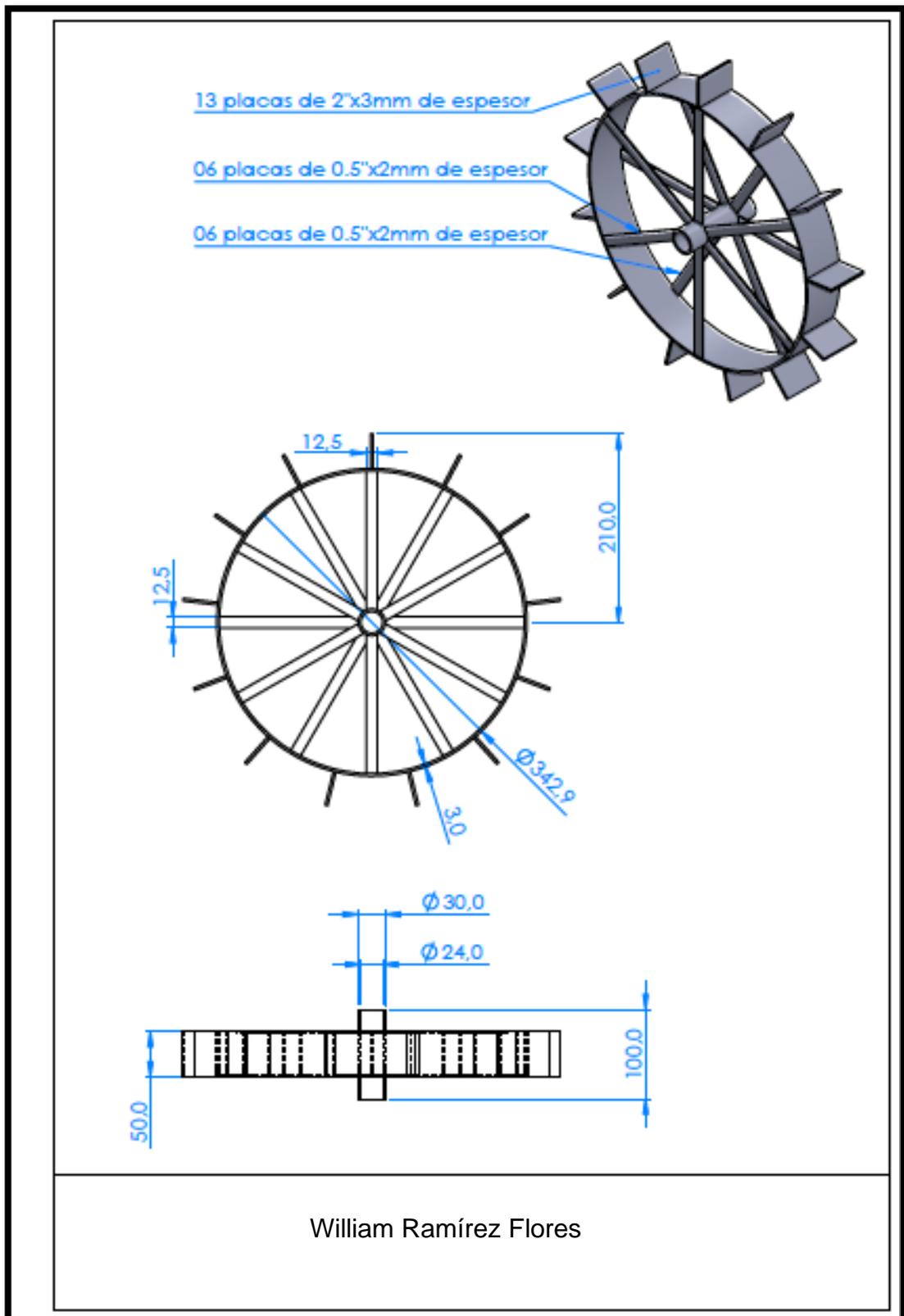
Agraria., 2014.

**SANCHEZ Bravo, Fernando. 2013.** *[CITAS] Proyecto de factibilidad de inversión privada para la instalación de un semillero de quinua.* Lima: Sierra Exportadora, 2013.

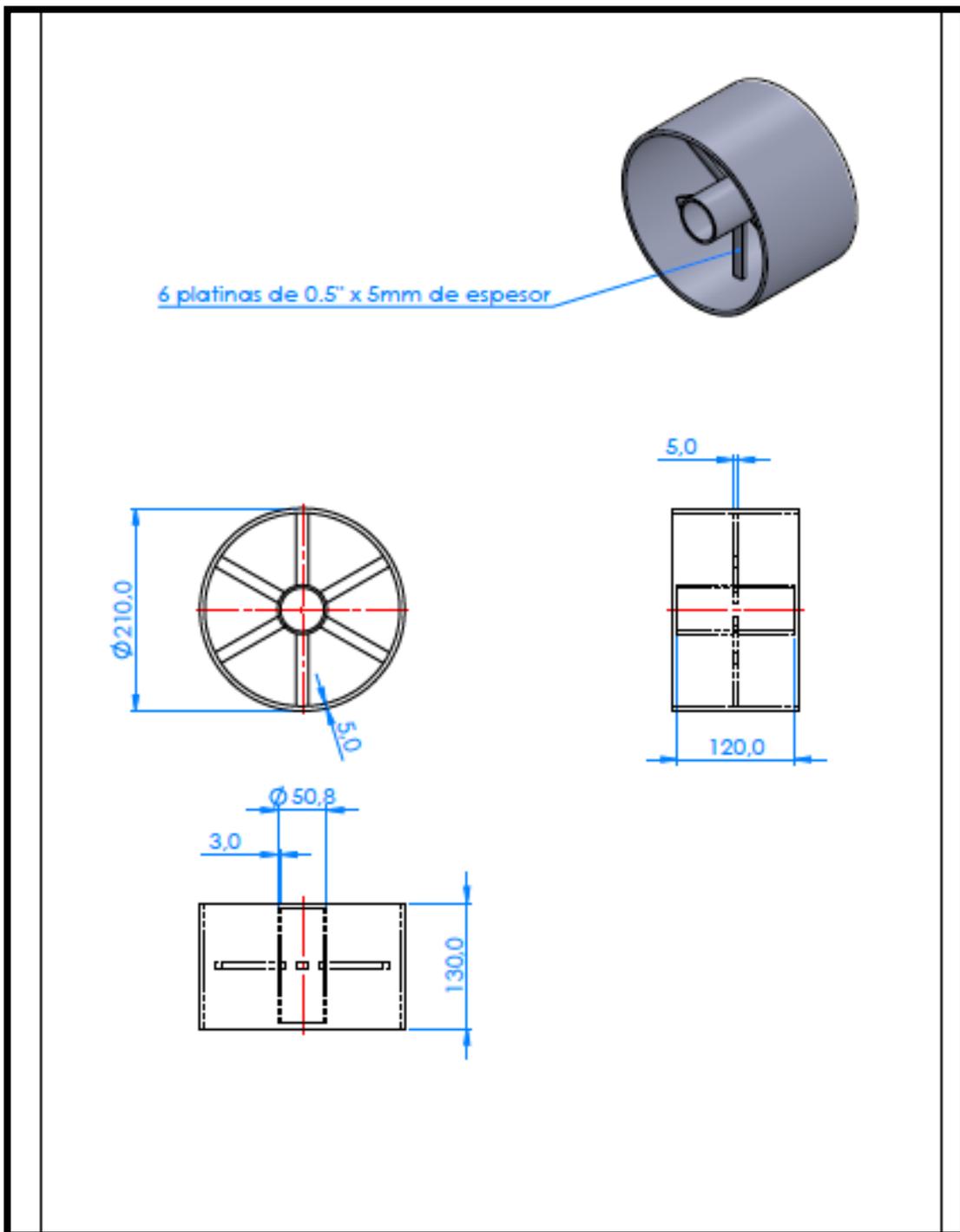
**SORIA KU, Pamela. 2016.** *Perú cómo primer exportador de Quinua a nivel mundial.* Facultad de Ciencias Contables - UNMSM. Perú.: Kipukamayoc., 2016. ISSN: 1609-8196. **TAPIA, Mario y FRÍES, Ana María. 2007.** *Guía de campo de los cultivos Andinos.* División de Nutrición y Protección. Perú: Cultivos Andinos FAO., 2007. ISBN: 978-92-5- 305682-8.

## ANEXOS

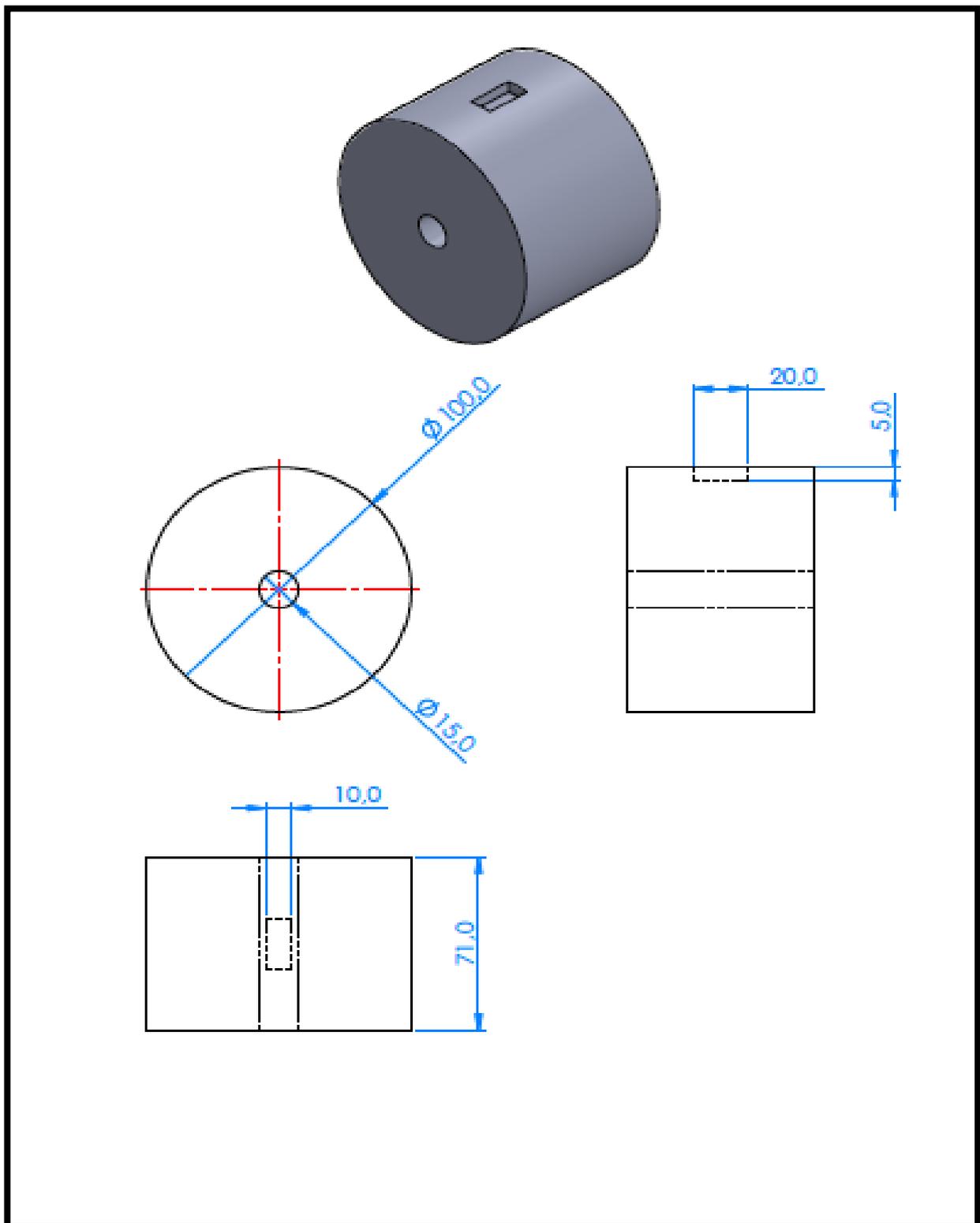
### ANEXO N° 1: Diseño de la máquina semiautomática sembradora de maíz.



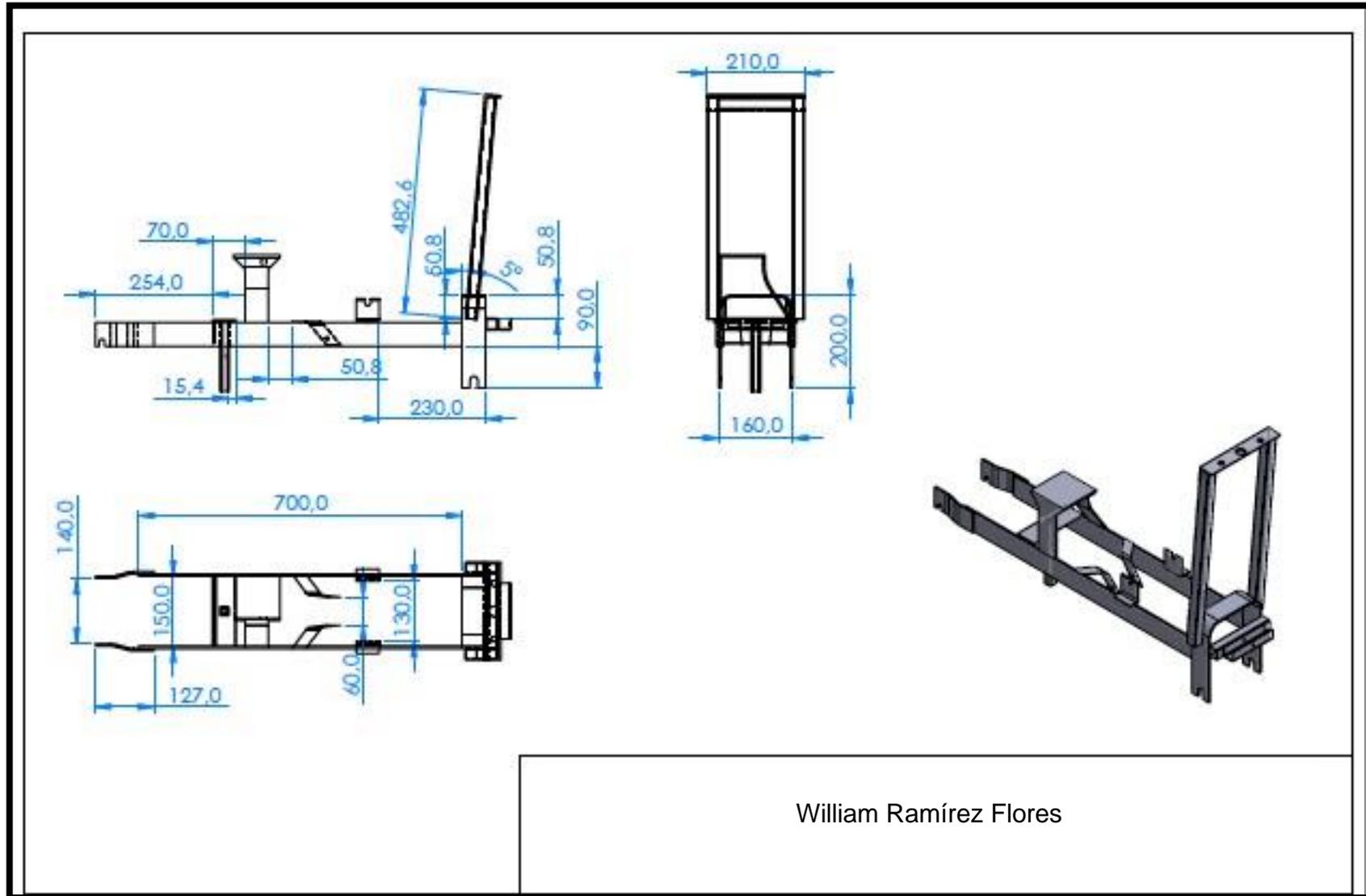
**ANEXO N° 2:** Rueda aplanadora posterior.



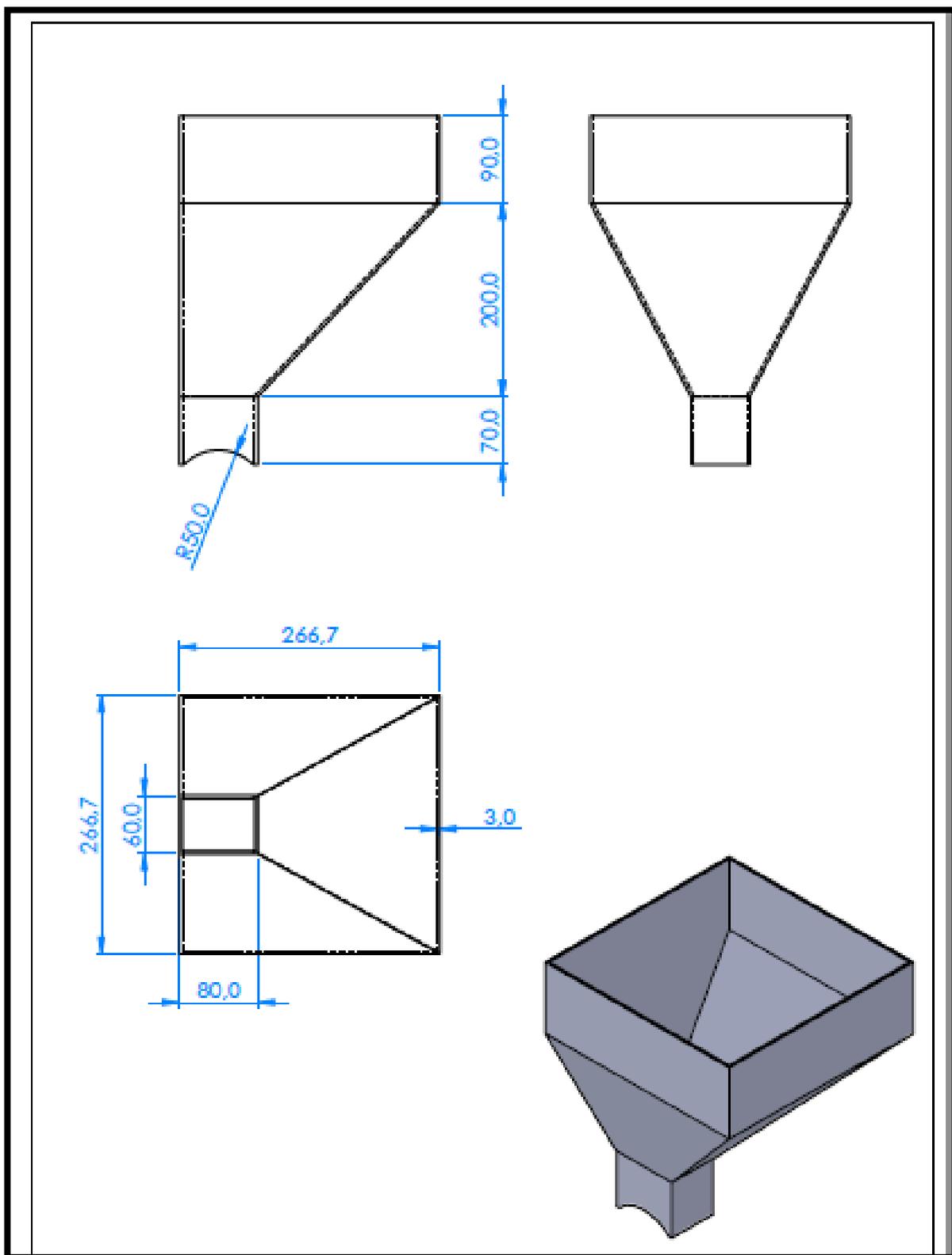
Anexo N° 3: Rueda dosificadora.



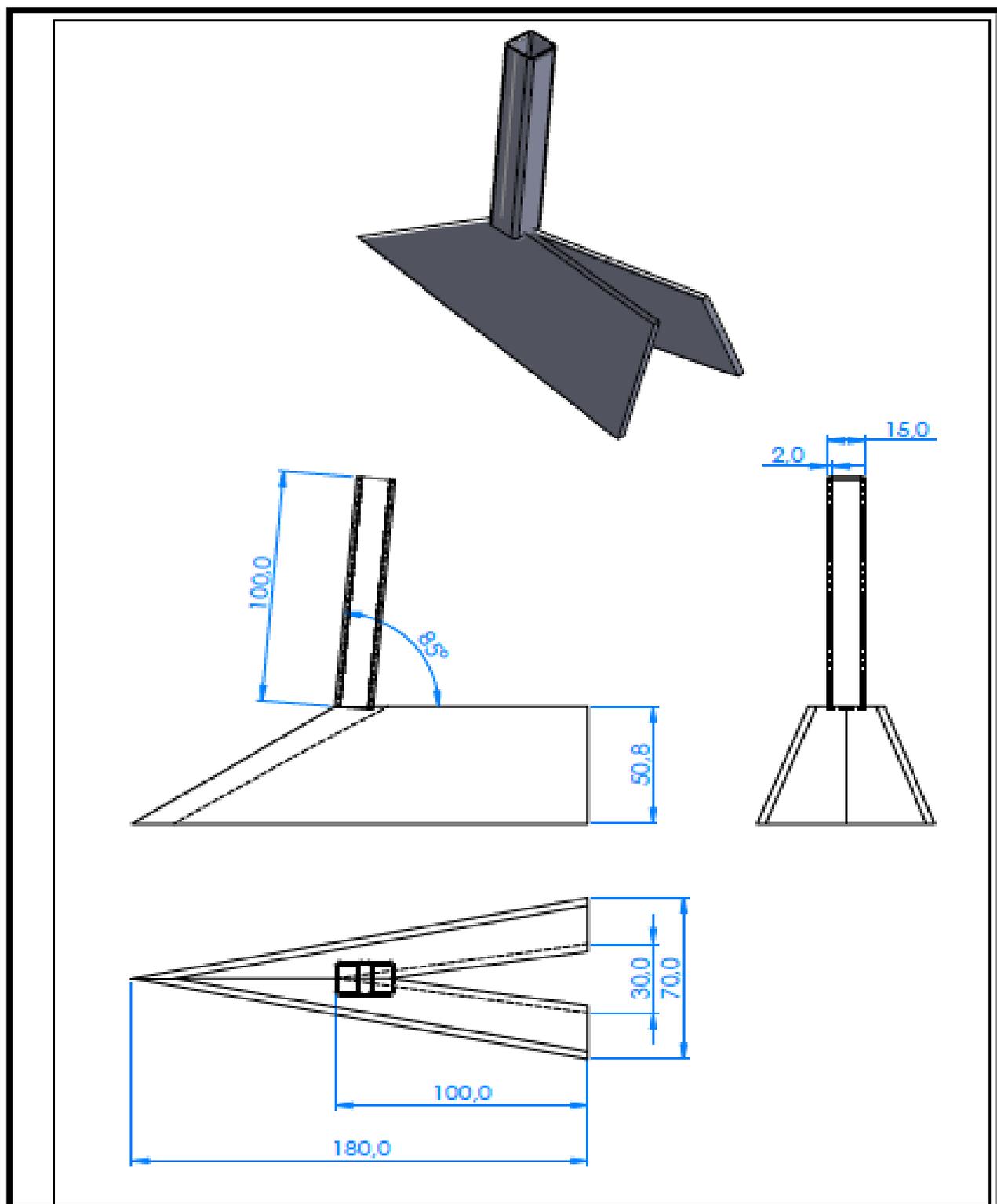
Anexo N° 4: Estructura del chasis.



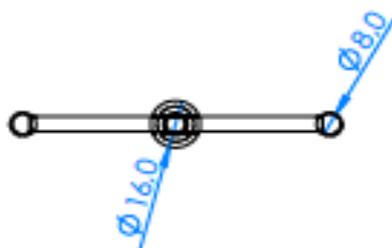
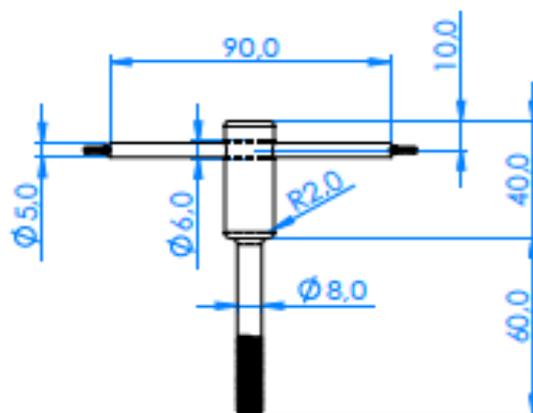
Anexo N° 5: Tolva.



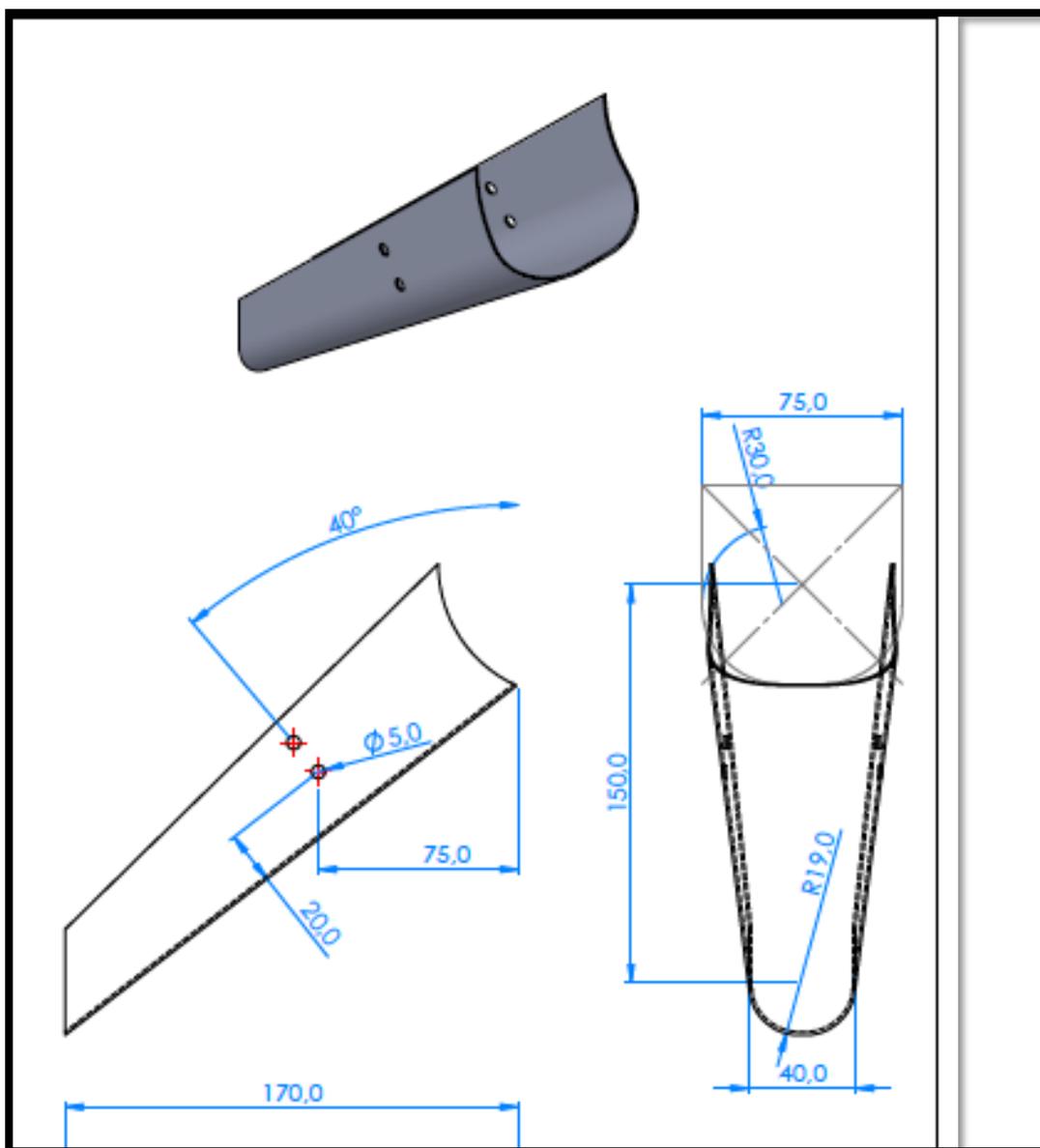
Anexo N° 6: Arado.



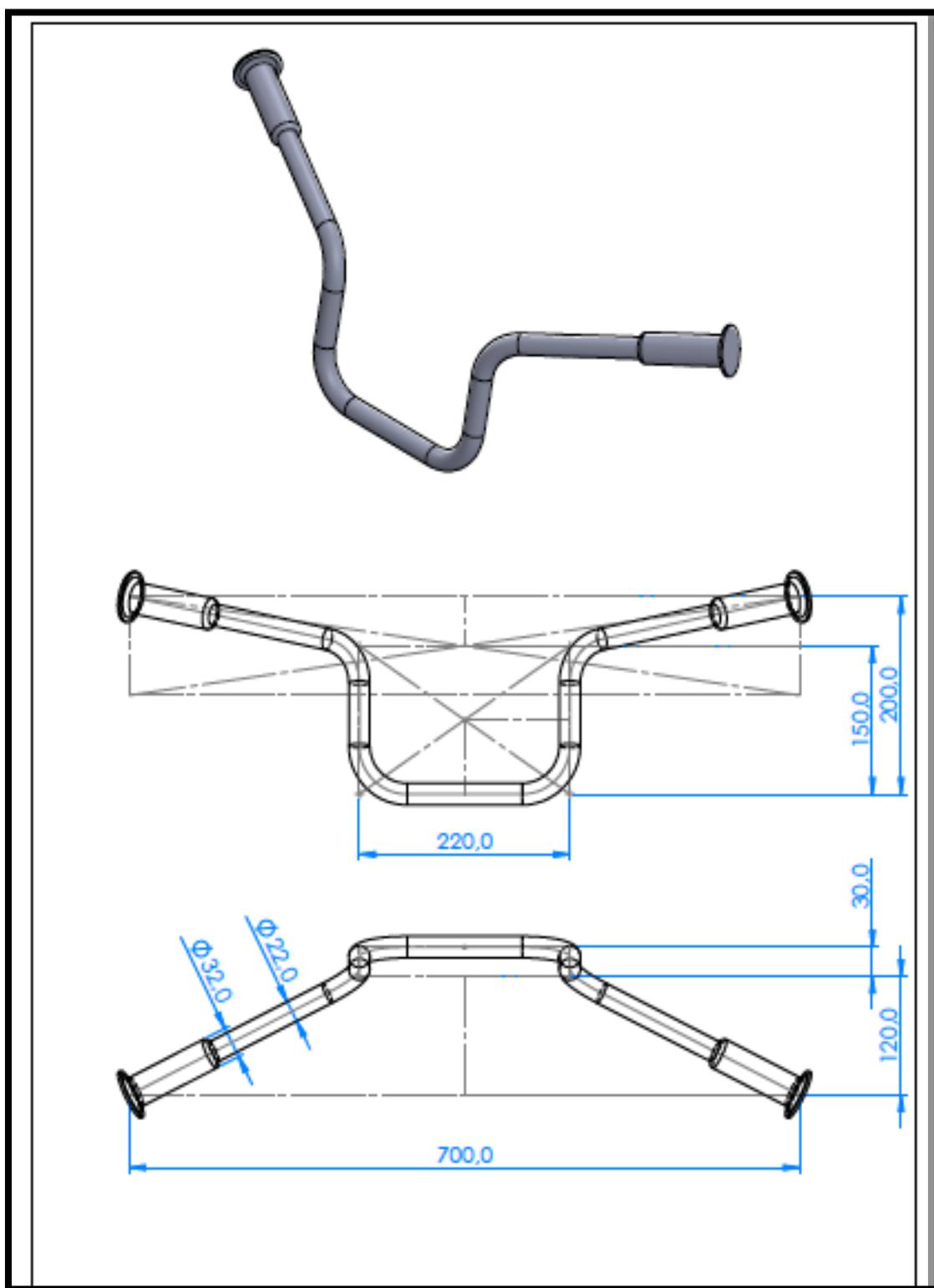
Anexo N° 7: Regulador de distancia del arado.



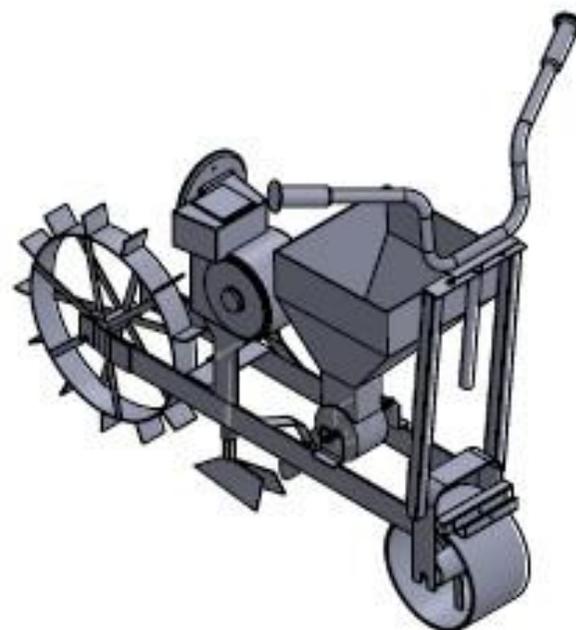
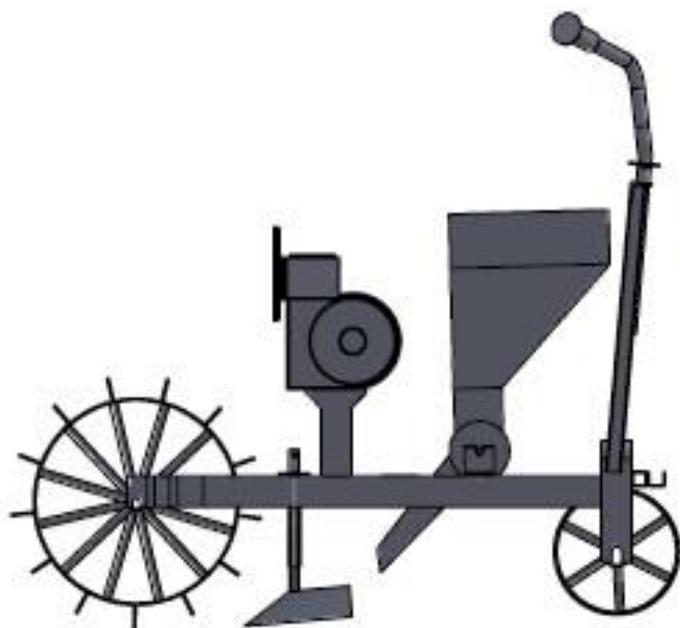
Anexo N° 8: Canaleta.



Anexo N° 09: Timón de equipo.



Anexo N° 10: Equipo.



William Ramírez Flores

**Anexo N° 11: Soldado de base.**



Anexo N° 12: Soldado de arado.



Anexo N° 13: Soldado de soporte de rueda.



Anexo N° 14: Toma de medidas.



**Anexo N° 15:** Escuadrando estructura.

