



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA PARA LA SIEMBRA DE QUINUA”

Autores:

Gaibor Velasco Alvaro Eduardo

Quillupangui López Juan José

Tutor:

M.B.A. Reinoso Peñaherrera Héctor Raúl

LATACUNGA – ECUADOR

2018



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**



**Ingeniería
Electromecánica**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Gaibor Velasco Alvaro Eduardo**, con cédula de ciudadanía N° **0503515488**, y **Quillupangui López Juan José**, con cédula de ciudadanía N° **1724600513** estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Electromecánica** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA PARA LA SIEMBRA DE QUINUA”**, siendo el **M.B.A Raul Reinoso**, tutor (a) del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Gaibor Velasco Alvaro
C.I.: 0503515488

Quillupangui López Juan
C.I.: 1724600513



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

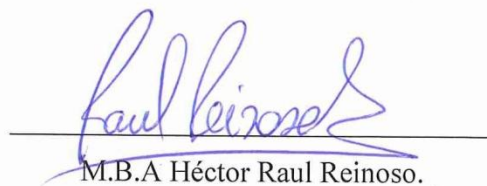
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA PARA LA SIEMBRA DE QUINUA”, de Gaibor Velasco Alvaro Eduardo, con cédula de ciudadanía N° 0503515488, Y Quillupangui López Juan José, con cédula de ciudadanía N° 1724600513, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Concejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio, 2018

El Tutor



M.B.A Héctor Raul Reinoso.

CC: 0502150899



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias De La Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes: **Gaibor Velasco Alvaro Eduardo**, con cédula de ciudadanía N° **0503515488**, Y **Quillupangui López Juan José**, con cédula de ciudadanía N° **1724600513** estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Electromecánica** con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA PARA LA SIEMBRA DE QUINUA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio, 2018

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ph.D Héctor Laurencio Alfonso

CC: 1758367252

Lector 2

Ms.C Luis Cruz Panchi

CC: 0502595176

Lector 3 (Secretario)

M.B.A Jorge Cañar Tercero

CC: 0502608227



Latacunga 8 agosto, 2018

AVAL DE IMPLEMENTACION

En mi calidad de Responsable de Proyectos Granos Andinos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en legal y debida forma CERTIFICO: Que los señores Gaïbor Velasco Alvaro Eduardo y Quillupangui López Juan José, Estudiantes de la carrera de Ingeniera Electromecánica conjuntamente con el direccionamiento como tutor del M.B.A. Raul Reinoso, realizaron la propuesta tecnología sobre el tema:

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA MAQUINA PARA LA SIEMBRA DE QUINUA”

Una vez verificado el trabajo, considero que dicha propuesta tecnológica cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos técnicos, por lo que la máquina es aceptada en Granos Andinos, para desarrollar actividades académicas.

Este aval lo otorgo, en razón del tiempo que han trabajado los estudiantes en el desarrollo de su proyecto de investigación, por lo tanto pueden dar el presente documento el uso que estime conveniente.

Atentamente,

Ing. Maco Rivera

Responsable de Proyectos Granos Andinos CAREN-UTC

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme dado salud y una familia que siempre me han apoyado en los momentos difíciles de mi vida.

De manera muy especial quiero agradecer a mis padres, Wilson Gaibor y Narciza Velasco por ser mi ejemplo a seguir y por haberme dado ese apoyo incondicional para salir adelante.

A mi hermano Ivan, quien siempre será mi amigo incondicional en los momentos complicados.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi, quien me ha formado como profesional y ha sido mi segundo hogar a lo largo de esta carrera.

Durante este camino han sido muchas las personas que fueron un pilar fundamental, para alcanzar esta meta, en especial mi familia, compañeros y amigos, que aportaron para culminar con éxito la carrera. Especialmente a mi compañero de tesis Juan por su apoyo en el transcurso de culminación de nuestro proyecto.

Al M.B.A Raúl Reinoso por su valiosa guía en la realización de la tesis.

Alvaro

AGRADECIMIENTO

A mi Dios por haberme dado la fuerza y sabiduría y permitirme realizar este sueño. A mis padres por ser ese apoyo fundamental, en mi vida y en toda mi educación. A mis hermanos que han estado siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mis compañeros que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional. A Alvaro Gaibor mi compañero de tesis por su apoyo brindado a lo largo de la elaboración del trabajo de Titulación. Al M.B.A Raúl Reinoso asesor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Juan

INDICE DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN BÁSICA	13
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	14
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	14
2.2. TIPO DE ALCANCE	15
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO:	15
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	15
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	16
2.5.1. Objeto de estudio	16
2.5.2. Campo de acción	16
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	16
2.6.1. Situación problemática:	16
2.6.2. Problema	16
2.7. HIPÓTESIS	17
2.8. OBJETIVO(S)	18
2.8.1. Objetivo general	18
2.8.2. Objetivos específicos	18
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos	18
3. MARCO TEÓRICO	19
3.1 Generalidades de una sembradora semiautomática	19
3.2 Principio de funcionamiento de una sembradora semiautomática	19
3.3 Etapa Pre- operacional	20
3.4 Semilla de quinua	21
3.4.1 Germinación	21
3.4.2 Variedad de quinua a sembrarse (INIAP-Tunkahuan)	21
3.4.3 Características importantes de la variedad	22
3.4.4 Semilla	22
3.4.5 Características agroecológicas del cultivo	23
3.4.6 Época de Siembra	23
3.4.7 Densidad de siembra	23
3.4.8 Humedad-Precipitación	24
3.4.8 Profundidad de siembra	24
3.5 Selección del Terreno	25
3.5.1 Análisis de Suelo	26
3.6 Técnicas Artesanales de Siembra de Quinua	27

3.6.1 Al voleo	27
3.6.2 Por golpe	27
3.6.3 Por surcos.....	28
3.7 Formas de siembra de la quinua.....	29
3.7.1 Sembradoras de línea.....	29
3.7.2 Sembradora con distribuidor centrífugo (voleo).....	30
3.7.3 Sembradora a golpes y monograno (de precisión)	30
3.8 Lista de exigencias de la máquina del cliente.....	31
3.9 Elementos de máquina en procesos de sembrado.....	32
3.9.1 Sistema conjunto de dosificación	32
3.9.2 Tolva.....	32
3.9.3 Dosificador	33
3.9.4 Tubo de caída de semilla dosificada	35
3.9.5 Cuchilla abre surcos.....	35
3.9.6 Tapa Surcos	35
3.9.7 Rueda aprieta semilla.....	35
3.9.8 Sistema de transmisión de potencia y tracción	35
3.10 Sistemas de generación de energía.....	35
3.11 Motores a combustión Interna	36
3.12 Sistema de transmisión de potencia	37
3.12.1 Poleas y correa.....	39
3.12.2 Ruedas dentadas o engranajes	40
3.12.3 Cadenas y ruedas dentadas	42
4. METODOLOGÍA	44
4.1 Metodología cuantitativa de alternativas de diseño de:.....	45
4.2 Calculo de dimensiones.....	46
4.2.1 Dimensiones	46
4.2.2 Altura de la máquina sembradora de quinua.....	46
4.2.3 Peso de accesorios para el movimiento y dosificación.....	47
4.2.4 Peso total de la sembradora.....	47
4.2.5 Calculo de resistencia del suelo	47
4.3 Sistema de tracción.....	47
4.3.1 Empuje	47
4.3.2 Tensión	48
4.3.3 Coeficiente de fricción.....	48

4.3.4 Fuerzas que actúan en la sembradora de quinua	49
4.4 Sistema de dosificación	50
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
5.1 Análisis de opciones para la siembra de quinua.....	51
5.2 Sistema de dosificación	55
5.3 Sistemas de transmisión.....	57
5.4 Resultados altura de la máquina sembradora	60
5.5 Calculos para el sistema de tracción.....	60
6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	63
6.1 Análisis de impactos	63
6.2. Presupuesto	67
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
8. REFERENCIAS	71

INDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1: Especificaciones técnicas de la Quinua.....	23
Tabla 2: Calidad del Terreno	25
Tabla 3: Requerimientos Agroecológicos del Cultivo de Quinua.....	26
Tabla 4: Tabla necesidades de la máquina	54
Tabla 5: Comparacion dosificadores	56
Tabla 6: Comparacion sistemas de dosificación	59
Tabla 7: Medición de estatura poblacional para definición de altura de la sembradora	60
Tabla 8: : Rango de ponderación.....	64
Tabla 9: Impacto social	64
Tabla 10: Impacto económico	65
Tabla 11: Impacto agroambiental.....	66
Tabla 12: Lista de materiales.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13: Costo utilización maquinaria.....	68
Tabla 14: Costo mano de obra.....	68
Tabla 15: Costo desarrollo total	69
Cuadro 1: Análisis de variables	17
Cuadro 2 : Actividades resultados y medios de verificación.	18
Cuadro 3: Problemas relacionados con la siembra	28
Cuadro 4: Lista de exigencias de la máquina del cliente	32
Cuadro 5: Generación de energía.....	35
Cuadro 6: Fuerzas aplicadas en la maquina.....	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes principales de una sembradora semiautomática.....	20
Figura 2: Semilla quinua INIAP-Tunkahuan).....	22
Figura 3: Sector Salache, Facultad de CAREN de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	25
Figura 4: Siembra al voleo	27
Figura 5: Siembra por golpe.....	28
Figura 6: Siembra por surcos	28
Figura 7: Satiri I (TIMTAA)	30
Figura 8: Sembradora a voleo	30
Figura 9: Sembradoras A Golpes Y Mono grano (De Precisión)	31
Figura 10: Dosificador de roldanas	33
Figura 11: Dosificador de rodillo acanalado horizontal.....	34
Figura 12: Chapa reguladora de flujo.....	34
Figura 13: Ciclo de trabajo.....	37
Figura 14: Transmisión de un movimiento circular	38
Figura 15: Poleas y correa.....	39
Figura 16: Clasificación ruedas dentadas.....	41
Figura 17: Partes engranaje	41
Figura 18: Relación de transmisión.....	42
Figura 19: Tipos de cadenas.....	43
Figura 20: Diagrama de fuerzas	47
Figura 21: Diagrama de fuerzas del coeficiente de fricción.....	48
Figura 22: Fuerzas que actúan en la maquina	49
Figura 23: Siembra por asada o espeque	52
Figura 24: Sembrado de línea.....	53
Figura 25: Sembradora Manual	54
Figura 26: Porcentajes maquinas sembradoras	54
Figura 27: Dosificador plato horizontal	55
Figura 28: Dosificador neumático.....	55
Figura 29: Dosificador multigrano disco vertical	56
Figura 30: Porcentaje dosificadores	57
Figura 31: Poleas y correa	57
Figura 32: Sistema de engranaje.....	58
Figura 33: Cadena y ruedas dentadas	59
Figura 34: Porcentajes Sistema de transmisión.....	60
Figura 35: Tolva.....	62

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA PARA LA SIEMBRA DE QUINUA”

Autores:

Gaibor Velasco Alvaro Eduardo

Quillupangui López Juan José

RESUMEN

La Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) un cereal que en los últimos tiempos ha aumentado el cultivo por las bondades nutritivas que tiene y las evidencias de que fue alimento básico para las poblaciones que habitaron gran parte de América, antes de la llegada de los españoles.

En la actualidad la predilección por alimentos nutritivos y orgánicos ha promovido el reconocimiento y la revaloración de la quinua, dando un empuje importante su cultivo, desde la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi como desde las instancias gubernamentales, MAGAP.

El objetivo de esta investigación es la construcción de una máquina sembradora de quinua para facilitar el trabajo de la siembra en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) y apoyar las innovaciones investigativas en el campo agrícola.

El desarrollo metodológico de la investigación para la construcción de la máquina sembradora se fundamentó en la experimentación, método donde se puede manipular una o varias variables independientes que permite validar la efectividad de la máquina propuesta. Los tiempos, la velocidad y el peso que la máquina tenga en su diligencia en la siembra del cereal en el terreno serán medidos, para obtener las cualidades y propiedades del objeto ensamblado. La máquina sembradora tiene la altura recomendada por los agricultores del sector, 1,70 metros. Los accesorios para el movimiento y dosificación principalmente están compuestos por un piñón, cadena y rodamientos que le da versatilidad en el terreno al momento de la siembra con un empuje que permite al operador acelerar de acuerdo a su necesidad.

La máquina sembradora de quinua es una ayuda para minorar costos al momento de sembrar el cereal y motivar a los agricultores en su siembra, tanto para su consumo como para comercializar el excedente.

Palabras clave: Semilla, siembra, dosificación, motor.

TITLE: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MACHINE FOR THE SEEDING OF QUINUA"

ABSTRACT

Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) is a cereal that for its nutritional benefits, in the last times, has increased its cultivation. Additionally, there is evidence that it was the basic food for the populations that lived in the great part of America, before the arrival of the Spaniards.

The preference, today, for nutritious and organic foods has promoted the recognition and valuation of quinoa, giving an important thrust its cultivation from the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources (Caren) at the Technical University of Cotopaxi as well as from government agencies, MAGAP.

The aim of the research study is the construction of a quinoa seeding machine in order to facilitate the work of sowing in the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources (Caren) and to support the research innovations in the agricultural field.

The methodology developed for the construction of the seeding machine was based on experimentation, a method wherein one or more independent variables can be manipulated to validate the effectiveness of the proposed machine. The time, speed and weight that the machine has in the motion of sowing the cereal on the ground will be measured to obtain the qualities and properties of the assembled machine.

The seeding machine has the height recommended by the farmers of the sector, 1.70 meters. The accessories for movement and dosage are mainly composed of a pinion, chain and bearings, which give versatility in the field at the time of sowing with an appropriate mechanism that allows the operator to accelerate according to their need.

The quinoa seeding machine is a tool, which may help not only to reduce the costs when sowing the cereal but also to motivate the farmers in their planting, both for consumption and to advertise the product.

Keywords: Seed, sowing, dose, motor



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **GAIBOR VELASCO ALVARO EDUARDO** y **QUILLUPANGUI LÓPEZ JUAN JOSÉ**, cuyo título versa “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA SEMBRADORA DE QUINUA**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga 24, Julio, del 2018

Atentamente,

MGS. RODRIGO TOVAR VIERA

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C. 0502414089

1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

- Alvaro Eduardo Gaibor Velasco
- Juan José Quillupangui López

TEMA APROBADO:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA PARA LA SIEMBRA DE QUINUA”

CARRERA:

Ingeniería Electromecánica

DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

M.B.A. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera

EQUIPO DE TRABAJO:

Lector 1: Ph.D. Héctor Laurencio Alfonso

Lector 2: Ms.C. Luis Cruz Panchi

Lector 3: M.B.A. Jorge Cañar Tercero

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Sierra, Cotopaxi, Latacunga, Salache.

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA: 6 Meses

FECHA DE ENTREGA:

LÍNEA(S) Y SUBLINEAS DE INVESTIGACIÓN A LAS QUE SE ASOCIA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Procesos Industriales

Desarrollo Y Seguridad Alimentaria

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

El tipo de propuesta tecnológica para nuestro proyecto será de innovación, ya que la máquina a realizarse mejora la forma de siembra de la quinua, teniendo en cuenta 2 variables como son el tiempo de siembra y la dosificación de la semilla de quinua.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

“Construcción de una máquina para la siembra de quinua en la Facultad de Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales (CAREN) De La Universidad Técnica De Cotopaxi”

2.2. TIPO DE ALCANCE

Productivo:

La máquina sembradora de quinua está dirigida al área de laboratorios de Facultad de Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales (CAREN) De La Universidad Técnica De Cotopaxi”, la cual tiene características de prototipo, enfocado directamente a una aplicación agrícola.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO:

Las áreas del conocimiento que competen a nuestro proyecto según UNESCO (1997) Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE son las siguientes:

Ingeniería, industria y construcción:

- Ingeniería y profesiones afines:
Dibujo técnico, mecánica, mantenimiento mecánico, topografía.
- Industria y producción:
Alimentación

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Este proyecto tiene como finalidad fundamental la construcción de una máquina para la siembra de quinua la cual reducirá el tiempo de ejecución de sembrado, tendrá una mejor dosificación de la semilla y mejorará la productividad de la misma.

Se analizará la mejor alternativa para el diseño y construcción de la máquina sembradora basándose en las siguientes necesidades como son, costo y desempeño de las mismas.

Donde a partir de una siembra semiautomática de quinua la cual es capaz de cumplir con las exigencias de siembra del agricultor debido a que las dimensiones del terreno son muy grandes para el tiempo de dicha siembra se realiza a mano.

En la implementación de la máquina sembradora de quinua se iniciara a partir de los dimensionamientos de todos los elementos a utilizar la base fundamental para este proceso será el motor el cual realizara la tracción en el trabajo para la siembra de quinua es por ello que se partirá con los respectivos cálculos para el seleccionamiento del mismo y todos los elementos a utilizar.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Máquina sembradora de quinua en el Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad técnica de Cotopaxi”.

2.5.2. Campo de acción

Nuestra propuesta es crear una máquina la cual tendrá características innovadoras que optimice la productividad de la siembra de quinua, de fácil operación y movimiento.

Considerando el diseño de un sistema de dosificación de la semilla, para disminución de tiempo en la siembra de quinua.

Utilizando materiales de menor densidad y de fácil manufactura para la construcción de la máquina.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación problemática:

2.6.2. Problema

Debido a la complejidad de siembra de quinua en la provincia de Cotopaxi en el sector de Salache en Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Por motivos que la semilla tiene un diámetro promedio entre 1.5 a 2 mm. La situación geográfica del sector es irregular y presenta inclinaciones pronunciadas es sumamente difícil entrar con maquinaria agrícola y la competencia de la semilla al germinar es alta.

Este proyecto tiene como finalidad fundamental la construcción de una máquina para la siembra de quinua la cual reducirá el tiempo de siembra tendrá una mejor dosificación de la semilla y mejorará la productividad de la misma. Donde a partir de una siembra semiautomática de quinua la cual es capaz de cumplir con las exigencias de siembra del agricultor debido a que las dimensiones del terreno son muy grandes para el tiempo de dicha siembra se realiza a mano

En la implementación de la máquina sembradora de quinua se iniciara a partir de los dimensionamientos de todos los elementos a utilizar la base fundamental para este proceso será el motor el cual realizara la tracción en el trabajo para la siembra de quinua es por ello que se partirá con los respectivos cálculos para el seleccionamiento del mismo y todos los elementos a utilizar, se realizara también el cálculo respectivo para hallar el tipo de llantas que este llevara para su traslación de recorrido. Luego de ello se procera al diseño de planos

respectivos para el montaje y ensamblaje de la máquina en donde se seleccionará todas las partes mecánicas y accesorios de la misma.

2.7. HIPÓTESIS

¿La utilización de la máquina sembradora de quinua permitirá disminuir el tiempo de siembra mejorando la productividad?

Variable dependiente

Ahorro de tiempo al momento del sembrado.

Variable independiente

- Control y regulación de la cantidad de semilla a sembrarse.
- Velocidad de la sembradora de quinua.

Cuadro 1: Análisis de variables

Variable dependiente	Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica o Instrumentos
Productividad	Ahorro de tiempo al momento del sembrado.	Rendimiento	Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Cronómetro • Observación • Velocímetro • Tacómetro
		Capacidad de trabajo	Velocidad de trabajo	

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica o Instrumentos
Sistema de dosificación	Control y regulación de la cantidad de semilla a sembrarse.	Peso de la semilla	Distribución de la semilla de quinua por hectárea.	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza digital
Velocidad de la sembradora de quinua	Desplazamiento que realiza la máquina en un tiempo determinado.	-Tiempo de siembra en campo -Peso del equipo.	-Peso -Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • Dinamómetro • Velocímetro

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

2.8. OBJETIVO(S)

2.8.1. Objetivo general

Construcción de una máquina sembradora de quinua la cual presenta características de productividad, bajo peso, fácil operación y movimiento en diversos terrenos en la Facultad de CAREN de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.8.2. Objetivos específicos

- Diseñar un mecanismo que permita el desplazamiento de la máquina sembradora de quinua en diferentes trayectos disminuyendo el tiempo de siembra en la Facultad de “CAREN” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- Generar un sistema que permita la dosificación de la semilla de quinua en los terrenos de la Facultad de “CAREN” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- Realizar una selección de materiales que permita una disminución de peso, minimizar los costos del equipo para la construcción de la máquina sembradora de quinua.

2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Cuadro 2 : Actividades resultados y medios de verificación.

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividad	Descripción de la Metodología
Diseñar un mecanismo que permita el desplazamiento de la máquina sembradora de quinua en diferentes trayectos disminuyendo el tiempo de siembra.	Recopilar información y realizar un comparativo con las máquinas que ya existen en el mercado, mediante fuentes bibliográficas y artículos científicos.	Conocer los mecanismos que nos ayuden a disminuir el tiempo de siembra.	Se basara en la obtención de información y características importantes de los diferentes mecanismos que usaremos.
Generar un sistema que permita la dosificación de la semilla de quinua.	Datos que nos permitan obtener el diseño del dosificador más óptimo para la máquina sembradora.	Precisión al momento de la dosificación.	Se realizara una investigación cuantitativa.

Realizar una selección de materiales que permita una disminución de peso, minimizar los costos del equipo para la construcción de la máquina sembradora de quinua.	Toma de valores y pesos de los materiales a utilizar en la máquina.	Verificación de resultados	Se obtendrán catálogos de materiales que nos permitan ver las características de cada material a usar.
--	---	----------------------------	--

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades de una sembradora semiautomática

La construcción de la máquina sembradora de quinua iniciara con el diseño y dimensionamiento de los elementos mecánicos, la máquina contara con elementos mecánicos de tracción como son el motor y la rueda delantera, la cual transmitirá movimiento al eje que activara los discos de dosificación de la semilla a través de la catalina.

Elaborados los planos se procederá a realizar los cálculos, para seguir con la fabricación de cada elemento mecánico, para luego concluir con el ensamblaje de la máquina.

En la actualidad hay campesinos que siembran en terrenos irregulares como en cerros o terrenos de superficie inclinada. La siembra en este tipo de terreno se realiza por medio de herramientas manuales debido al difícil acceso de maquinaria tales como tractores.

El presente proyecto se diseñará y construirá una máquina para la siembra con el objetivo de una siembra de menor tiempo y de manera económica, rentable y segura.

3.2 Principio de funcionamiento de una sembradora semiautomática

En el diseño y construcción de una máquina sembradora de quinua semiautomática que funciona al aplicar una fuerza producida por un motor de combustión interna transmitiendo movimiento a la rueda delantera que además de transmitir movimiento al eje motriz tiene como función preparar un surco, antes de la siembra.



Figura 1: Partes principales de una sembradora semiautomática

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

1. Base principal.
2. Eje para rueda delantera
3. Eje para rueda posterior
4. Rueda posterior
5. Rueda delantera
6. Brazos de empuje
7. Soporte de tolva
8. Disco dosificador
9. Tolva (Sistema de dosificación semiautomática)

Las máquinas sembradoras deben dosificar la semilla en una cantidad determinada y colocarla en el suelo de forma de otorgarle las mejores condiciones, tal que cumpla con los requerimientos biológicos de la misma (profundidad, humedad, contacto suelo semilla y distribución sobre el terreno) para su posterior germinación, con el objetivo de obtener una buena implantación.

3.3 Etapa Pre- operacional

El proyecto tiene como finalidad que el método de dosificación de la semilla de quinua sea automático, descendiendo el grano cada 30 cm. En donde de forma sincronizada intervendrán:

- Estructura
- Sistema mecánico de tracción
- Sistema de dosificación automática
- Disco dosificador de semilla de quinua

- Sistema piñón-cadena

3.4 Semilla de quinua

La quinua por ser uno de los granos mas importantes de los andes según estudios esta contiene , proteina ,grasas y carbohidratos.

Los centros de producción de quinua se ubican en determinadas áreas de seis provincias de la sierra, de las cuales las de mayor importancia por la frecuencia y la superficie de cultivo son: Chimborazo, Imbabura, Cotopaxi, respectivamente; con menor cuantificación, Tungurahua, Pichincha, Carchi; mientras que, en Cañar y Azuay, el cultivo a desaparecido, esto indica que esta especie está extinguiéndose y que la superficie cosechada decrece en forma paulatina. En la actualidad la superficie de cultivo se estima en apenas unas 900 a 1000 ha. [1]

La variedad de quinua que se va sembrar es la (INIAP-Tunkahuan) grano de color blanco con bajo contenido de saponina de forma redonda y aplanada, 16% de proteína y un peso hectolitro de 65 Kg/hl su ciclo de cultivo es de 150 a 170 días.

3.4.1 Germinación

Las semillas de quinua en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente. El agua es esencial para la iniciación del proceso y el mantenimiento de un metabolismo apropiado. Las temperaturas del suelo son igualmente importantes para la iniciación del proceso. La primera estructura en emerger es la radícula la cual se alarga hacia abajo dentro del suelo y da inicio a la formación del sistema radicular. El hipocotilo sale de la semilla y crece hacia arriba y atraviesa el suelo o emerge llevando los cotiledones que se abren y se tornan verdes iniciando el proceso de fotosíntesis. En este estado puede haber daños de pájaros y podredumbre radicular. Se considera una fase crítica ya que es afectado por los estreses de agua y temperatura. [2]

Es importante mencionar que la germinación es uno de los procesos importantes para la producción de quinua en la cual se debe tener los cuidados necesarios para no tener problemas en el crecimiento y desarrollo de la planta.

3.4.2 Variedad de quinua a sembrarse (INIAP-Tunkahuan)

La variedad INIAP-Tunkahuan, fue obtenida por una selección de una población de germoplasma recolectada en la provincia del Carchi (Ecuador) en 1985. En 1986 se identificó como línea promisoría y se introdujo al Banco de Germoplasma del Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos con el código ECU 0621. Del año 1992 hasta el año 1996 fue

evaluada en diferentes ambientes de la Sierra ecuatoriana por el Programa de Cultivos Andinos, demostrando su gran adaptabilidad en áreas comprendidas entre 2 400 y 3 200 metros de altura. En 1992 fue entregada oficialmente como variedad mejorada con el nombre de INIAP Tunkahuan, en homenaje a los antiguos pobladores de la provincia ya mencionada. [3]

Este tipo de semilla presenta más potencial de producción del grano ya que es una semilla certificada y probada a nivel nacional.



Figura 2: Semilla quinua INIAP-Tunkahuan)

Fuente: [4]

3.4.3 Características importantes de la variedad

Es una variedad de quinua de bajo contenido de saponina, por lo cual se considera “dulce”. Requiere un menor escarificado o cepillado del grano o menor cantidad de agua para eliminar las trazas de saponina. Es una variedad semiprecoz, se cosecha entre 5 y 7 meses, dependiendo de la altitud y la lluvia. Produce hasta 3 t/ha en ambientes favorables (66 qq/ha). [5]

La saponina es una sustancia toxica que en altas cantidades puede ser perjudicial para la salud, el principal efecto de la saponina es afectar el nivel de colesterol en el hígado y la sangre, con lo que puede producirse un problema en la absorción de nutrientes. Aunque se sabe que la saponina es altamente tóxica para el humano cuando se administra por vía endovenosa, queda en duda su efecto por vía oral. Por lo tanto, no te debe preocupar el efecto tóxico que te pueda producir comerte un plato de quinua, lo único que vas a notar es el sabor amargo.

3.4.4 Semilla

Es de tamaño pequeño, tiene un diámetro aproximado a 2 mm y un espesor de 1 mm. Puede ser de color amarillo, café, crema, blanco o translúcido. Tienen un tamaño entre 1.8–2.6 mm.

Y se clasifican según su tamaño en grandes (2.2–2.6 mm), medianas (1.8-2.1 mm) y pequeñas (menores de 1.8 mm). [4]

3.4.5 Características agroecológicas del cultivo

Altitud: Crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 4 000 msnm.

Radiación: Soporta radiaciones extremas que le permite compensar las horas de calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo.

Temperatura: La temperatura media óptima está alrededor de 15–20 °C, sin embargo, soporta temperaturas extremas desde 38 °C a -8 °C.

Suelo: Suelo franco con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes. Prefiere suelos neutros, aunque se le suele cultivar en suelos alcalinos (hasta pH 9) y ácidos (hasta pH 4.5) [6]

3.4.6 Época de Siembra

Noviembre a febrero con suficiente humedad a la siembra (de preferencia en días muy buenos o buenos de acuerdo con el calendario lunar). [1]

3.4.7 Densidad de siembra

Para la variedad INIAP-Tunkahuan, se recomienda utilizar 8 a 12 kg/ha, cuando la siembra es con sembradora manual o tirada por tractor y de 12 a 15 kg/ha cuando la siembra es manual. Si la germinación es buena la población de plantas que se obtiene es adecuada para un cultivo comercial. En general se recomienda una densidad de 20 a 30 plantas/m² para cultivos no tecnificados y 75 plantas/m² para cultivos tecnificados cosechados con cosechadora/trilladora combinada. [7]

Tabla 1: Especificaciones técnicas de la Quinua

QUINUA	
Zona de Cultivo:	Sierra ecuatoriana.
Altitud:	2400 a 3400 m, para INIAP Tunkahuan.
Clima:	Lluvia: 500 a 800 mm de precipitación en el ciclo. Temperatura: 7 a 17° C.

Suelo:	Franco, franco arenoso, negro andino, con buen drenaje pH: 5.5 a 8.0.
Ciclo de cultivo:	INIAP Tunkahuan: de 150 a 170 días.
Cantidad:	8 a 12 Kg por hectárea.
Sistema de siembra:	Con máquina: Distancia entre surcos: 40 o 60 cm Distribución: chorro continuo Cantidad de semilla/ha: 8 a 12 kg.

Fuente: [7]

3.4.8 Humedad-Precipitación

El periodo de precipitación en la Región Andina va desde Septiembre – Octubre a Mayo – Junio. La precipitación anual total varía del siguiente modo: de 600 – 800 mm en los Andes Ecuatorianos, de 400 – 500 mm en los Andes Peruanos, de 500 – 800 mm en el altiplano alrededor del Lago Titicaca, de 200 a 300 mm en el Altiplano sur de Bolivia y de 800 – 1000 mm en la Zona Central de Chile. La quinua se cultiva dentro de un rango de precipitación de 300 mm a 1000 mm. Se considera que el rango de precipitación óptima es de 500 a 800 mm.

Los periodos críticos en los que la falta de humedad afecta la productividad son:

La germinación-emergencia, que determina el establecimiento del cultivo, y el estado de crecimiento y llenado del fruto que determina la productividad. Dependiendo del tipo de suelo y la humedad almacenada se considera adecuada una precipitación en el rango de 60 a 100 mm para un buen establecimiento del campo.

Es importante señalar que la quinua presenta tolerancia a la sequía, a través de diversos mecanismos como su sistema radicular muy ramificado y profundo, a la reducción de su área foliar por eliminación de hojas en condiciones de estrés, presencia de vesículas conteniendo oxalato de calcio que es higroscópico y reduce transpiración a través de la regulación de las células guardas, a sus pequeñas células con paredes gruesas que le permiten preservar la turgencia aún en severas pérdidas de agua y otros. [2]

3.4.8 Profundidad de siembra

La profundidad de siembra adecuada es aquella que coloca las semillas donde puede absorber agua para la germinación y no desecarse posteriormente. Debido al tamaño de las semillas la profundidad no debe sobrepasar los 2 cm. Se tapan con una capa muy fina de tierra

empleando implementos simples que faciliten un ligero desplazamiento de suelo del área cercana a las semillas. [2]

3.5 Selección del Terreno

Se llevará a cabo la elección del terreno de acuerdo a parámetros como son, clima, temperatura, suelo y pH para la siembra de la quinua.

Datos Sector Salache, Facultad de Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad Técnica De Cotopaxi.

Tabla 2: Cualidad del Terreno

Altitud	2735msnm
Clima	Templado
Temperatura	13.6°C
Suelo	Franco arenoso
Ph	6

Fuente: Datos obtenidos sector Salache-CAREN



Figura 3: Sector Salache, Facultad de CAREN de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui.

3.5.1 Análisis de Suelo

Tabla 3: Requerimientos Agroecológicos del Cultivo de Quinua

FACTOR	VARIABLE	APTITUD AGROECOLÓGICA			
		OPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA
SUELO	Pendiente	0 a 25 %	25 a 50 %	50 a 70 %	> 70 %
	Textura	Arenosa (fina, media, gruesa), arenoso franco, franco arenoso (fino a grueso), franco limoso, franco, limoso, franco arcilloso (< 35% de arcilla), franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso	Franco arcilloso (> a 35%)	Arcilloso, arcillo arenoso, arcillo limoso	Arcilloso (> 60%)
	Profundidad	Profundos, Moderadamente profundos, Poco profundos	Superficiales	(-)*	(-)*
	Pedregosidad	Sin	Pocas	Frecuentes	Abundantes, Pedregoso a rocoso
	Drenaje	Bueno, Moderado	Excesivo	Mal drenado	(-)*
	Nivel freático	Profundo, Medianamente profundo	(-)*	Superficial	(-)*
	pH	Ligeramente ácido, Neutro Moderadamente alcalino	Acido	Muy Acido	Alcalino

	Toxicidad	Sin, Ligera	Media	(-)*	Alta
	Salinidad	Sin, Ligera	Media	Alta	Muy alta
	Materia orgánica	Muy Alta, Alta, Media	Baja	Muy baja	(-)*
	Nivel de fertilidad	Muy Alta, Alta, Media	Baja	Muy baja	(-)*
CLIMA	Precipitación (mm)	500 a 1000	1000 a 1250	0 a 500 1250 a 1500	> 1500
	Temperatura (° C)	11 a 20	8 a 11 20 a 21	6 a 8 21 a 22	< 6 > 22
	Altitud (m.s.n.m.)	2000 a 3500	3500 a 3600	>3600, <2000	(-)*

Fuente: [8]

3.6 Técnicas Artesanales de Siembra de Quinua

3.6.1 Al voleo

Es un método de siembra directo en el que se intenta que las semillas se distribuyan lo más uniformemente posible sobre todo el terreno. Esta siembra realizada al azar requiere gran cantidad de semillas y mano de obra. [9]



Figura 4: Siembra al voleo

Fuente: [9]

3.6.2 Por golpe

Este método es utilizado con la finalidad de no desperdiciar tanta semilla como en el caso de la siembra al voleo. Consiste en depositar semilla cada 5 o 10 cm a lo largo de la hilera. Utilizan herramientas hechas artesanalmente como, por ejemplo, una lata con hoyos en la parte inferior por donde pase la semilla. [9]

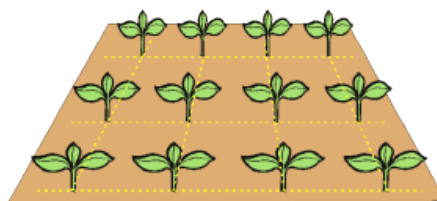


Figura 5: Siembra por golpe

Fuente: [9]

3.6.3 Por surcos

Previamente se debe colocar el fertilizante en el fondo del surco a chorro continuo y tapanlo. Luego se coloca la semilla al fondo del surco a chorro continuo y se tapa con una capa bien fina de tierra. Las semillas son colocadas manualmente o con un pequeño dispositivo para sembrar hortalizas. Por ejemplo, un tubo con un orificio por donde fluirá la semilla cuando el agricultor introduzca uno de sus lados en el interior del surco [9]



Figura 6: Siembra por surcos

Fuente: [9]

Cuadro 3: Problemas relacionados con la siembra

Si las condiciones son la siguientes	Estos pueden ser los efectos
Si la siembra está mal realizada	No hay producción del cultivo
Si se ha realizado un mal tapado	Existe riesgo de ataque de aves o también la semilla puede llegar a secarse.
Si la densidad es excesiva	Encontraremos plantas débiles des uniformes, lo que originara competencia de nutrientes.

Si la siembra es tardía	Las plantas no llegaran a completar su desarrollo.
Si la semilla es de mala calidad	Las plantas no tienen buen desarrollo y crecen débiles.
Si la siembra es superficial	No habrá germinación
Si hay mal uso de maquinaria	La germinación es dispereja y se perderá demasiada semilla

Fuente: [9]

3.7 Formas de siembra de la quinua

Los tipos de siembra se realizan según la forma de situar la semilla en el terreno, las formas de efectuar la siembra pueden ser:

3.7.1 Sembradoras de línea

Con las sembradoras en línea o de chorrillo se consigue depositar de forma continua sobre cada línea de siembra una determinada cantidad de grano.

Satiri I (TIMTAA)

Esta sembradora tiene un dispositivo que permite depositar unas 80 semillas a intervalos de 1 m, requiere entre 8 Kg. de semilla por hectárea. Realiza la siembra en dos hileras, graduando la profundidad y número de granos por mata. Su rendimiento promedio es de 4 Kg/hr. [10]

La sembradora presenta las siguientes características:

- Chasis y accesorios de acero. Uniones empernadas (desarmable para su transporte)
- Posee un tripuntal para acople al tractor agrícola.
- Dos pre-surcadores regulables a la profundidad del suelo, extensibles al ancho y llevan cuchillas cambiables.
- Dos surcadores de siembra que llevan rejas cambiables de acuerdo a la profundidad que requiere la siembra y llevan pernos de seguridad contra roturas de la sección.
- Dos tolvas que cargan la semilla.
- Dos dosificadores de semilla, sistema de carril o sistema de eje directo. • Dos llantas aro 13 montados sobre un eje, apoyados sobre rodamientos.



Figura 7: Satiri I (TIMTAA)

Fuente: [10]

3.7.2 Sembradora con distribuidor centrífugo (voleo)

Consiste en depositar uniformemente las semillas sobre toda la superficie a sembrar, y una vez depositada enterrarla con gradas de púas, rulos, etc. Estas sembradoras suelen ser de construcción muy simple, distinguiéndose dos tipos: centrífugas y de descarga libre.

Las primeras coinciden con las abonadoras centrífugas, y aunque se puede conseguir una buena precisión en el reparto, ofrece problemas similares a la siembra manual: consumo excesivo de semilla e imposibilidad de la posterior mecanización de las binas o labores secundarias de cultivo.

Las sembradoras de descarga libre son análogas a las sembradoras de chorrillo a las que se les suprimen los tubos de caída, dejando caer la semilla libremente a poca altura.

Van provistas, en su parte posterior, de una grada de púas o de rodillos para enterrar ligeramente la semilla. [11]



Figura 8: Sembradora a voleo

Fuente: [11]

3.7.3 Sembradora a golpes y monograno (de precisión)

La siembra a golpes consiste en colocar una determinada cantidad de grano sobre cada línea de siembra, de forma intermitente y de tal forma que los granos queden separados entre sí una

distancia constante. Mientras que la siembra monograno o de precisión se busca colocar semillas individuales a distancias exactas unas de otras. Lo cierto es que cambiando los platos de distribución se puede conseguir depositar un grupo de semillas o una sola.

En este tipo de maquinaria, un elemento esencial es el mecanismo distribuidor, concebidos para que suelten las semillas individualmente, una tras otra, con intervalos regulares. Existen distribuidores mecánicos (de plato vertical, plato oblicuo, plato horizontal y de correa) y neumáticos.

La siembra a golpes consiste en depositar sobre cada línea de siembra una determinada cantidad de grano, de forma intermitente y de tal modo que los granos queden separados entre sí una distancia constante. Si las semillas son depositadas individualmente la siembra se denomina de precisión. Con ella se consigue gran ahorro de semilla, y de mano de obra en las labores de aclare y escarda. [12]



Figura 9:Sembradoras A Golpes Y Mono grano (De Precisión)

Fuente: [12]

3.8 Lista de exigencias de la máquina del cliente

En la siguiente lista de exigencias se detallará las necesidades y características que debe cumplir la máquina de acuerdo a los objetivos de la presente tesis.

Cuadro 4: Lista de exigencias de la máquina del cliente

LISTA DE EXIGENCIAS	
Función:	Realizar una dosificación óptima y disminuir el tiempo de siembra.
Geometría:	Las dimensiones de la máquina deberán ser las necesarias para una buena distribución de las semillas y marcha sobre el terreno.
Cinemática:	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad de trabajo de la máquina deberá permitir obtener el flujo de semilla requerido. • El movimiento de las partes mecánicas de la máquina no deberá dañar la salida de la semilla.
Fuerzas:	<ul style="list-style-type: none"> • La máquina deberá tener suficiente estabilidad y rigidez de modo que no impida el funcionamiento a plena carga de trabajo • La máquina deberá soportar las cargas de modo que no se produzcan deformaciones perjudiciales en su desempeño.
Energía:	El tipo de energía a usar en la máquina provendrá de un motor a combustión.
Materia:	La materia prima empleada serán granos de quinua Tunkahuan.
Señales:	Los indicadores que poseerá la máquina deben ser de fácil entendimiento para el operador.
Fabricación:	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales a utilizar en los componentes de la máquina deben estar disponibles en el mercado nacional. • Las piezas de la máquina serán de forma sencilla para su fácil reproducción en cualquier taller local.
Terreno:	La máquina trabajará sobre un terreno que ya ha sido trabajado (arado y rastrado).

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

3.9 Elementos de máquina en procesos de sembrado

3.9.1 Sistema conjunto de dosificación

Es un conjunto de elementos que permiten la correcta dosificación de semilla, teniendo en cuenta que el proceso iniciara desde la entrada de la semilla a la tolva hasta su colocación y tapada en el suelo.

3.9.2 Tolva

La función de las tolvas es contener las semillas y el fertilizante que luego serán distribuidas por la sembradora. Pueden ser tolvas individuales o colectivas. La capacidad de la tolva es importante porque determina la autonomía de la máquina.

La forma de la tolva es rectangular, de sección trapezoidal (con su cara menor como base), que puede estar dividida interiormente y abarca todo el ancho del bastidor o ser estar centralizada en un solo lugar, cuando tiene distribución por aire. [13]

3.9.3 Dosificador

Como su propio nombre lo indica se trata de un cilindro en cuya superficie se encuentran unos compartimientos regularmente dispuestos, que en su giro recogen pequeñas cantidades de semillas de la parte inferior de la tolva para ser descargadas en el extremo superior del tubo de caída. Las formas de sus dientes aseguran un trabajo libre sin posibles atascamientos, lo que asegura la eficacia de la siembra. [13]

Tipos de Dosificadores

Dosificadores para grano fino o de entregas múltiples (chorrillo)

Dosificador de Roldana o de velocidad variable y capacidad constante es un cilindro hueco con estrías axiales internas que está incorporado a una carcasa que generalmente está dividida en dos compartimientos por un tabique fijo, con diferentes capacidades. Dicha carcasa está unida por su parte superior al fondo de la tolva y por medio de una compuerta basculante se habilita uno u otro compartimiento. Al girar las estrías del rotor con el compartimiento cargado fuerza la salida de una determinada cantidad de semillas por el orificio de descarga correspondiente. Al ser de capacidad fija la dosificación se realiza variando la velocidad del rotor por medio de una caja de velocidades. Es importante tener un gran número de velocidades debido a que esta será la forma de regular la densidad de semillas. [13]



Figura 10: Dosificador de roldanas

Fuente: [13]

Dosificador de Rodillo Acanalado o de velocidad constante y capacidad variable

Consiste en una carcasa fija a la tolva en cuyo interior se encuentra un rodillo dotado de acanaladuras rectas. El mismo se desplaza en sentido axial permitiendo variar de este modo la sección estriada que se enfrenta con el paso de los granos. Al girar el rodillo cada acanaladura se llena de una determinada cantidad de semillas de la tolva, las que son forzadas a salir cuando enfrentan la boca de salida. En la parte externa del dosificador se encuentra una chapa llamada reguladora de flujo (Figura 14), que debe colocarse en una posición que impida que la semilla caiga por gravedad o por saltos. Se la usa cerrada para semillas corredizas pequeñas, y abierta, en granos rugosos o grandes.



Figura 11: Dosificador de rodillo acanalado horizontal

Fuente: [13]

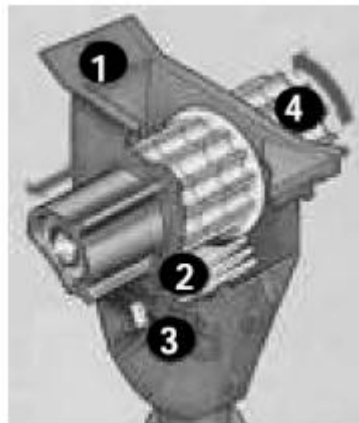


Figura 12: Chapa reguladora de flujo

Fuente: [13]

3.9.4 Tubo de caída de semilla dosificada

Conducto que lleva la semilla desde el dosificador hasta el suelo.

3.9.5 Cuchilla abre surcos

Abrir un surco en el suelo para depositar la semilla a una profundidad adecuada y uniforme.

3.9.6 Tapa Surcos

Este mecanismo tapa la semilla dejan el suelo arriba de ella flojo para no afectar la germinación.

3.9.7 Rueda aprieta semilla



Estos mecanismos afirman la semilla en el fondo del surco, para lograr un buen contacto suelo – semilla.

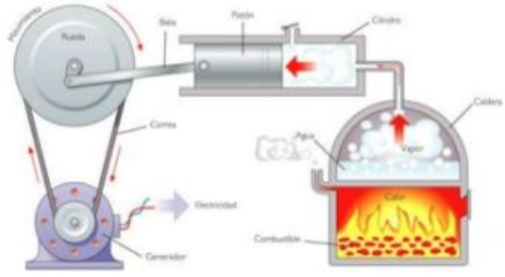
3.9.8 Sistema de transmisión de potencia y tracción

Este proceso comienza desde los elementos de generación de energía y la utilización de la velocidad angular y torque que genera estos elementos. [13]

3.10 Sistemas de generación de energía

Cuadro 5: Generación de energía

Energía		Motor	
Energía Eléctrica	Está relacionada con el movimiento de las cargas eléctricas a través de los materiales conductores.		Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas.
Energía Química	Es la energía asociada a las reacciones químicas. Estas reacciones, como la combustión de gas, son exotérmicas y liberan calor.		Los motores de combustión interna son máquinas Fluidos mecánicos térmicos en las que, mediante la combustión de una mezcla de combustible y aire, se genera energía mecánica.

Energía Térmica	Está relacionada con el movimiento de las moléculas que forman la materia: cuanto más caliente está la materia, mayor es el movimiento de las moléculas.		El motor es el encargado de aprovechar la energía calorífica aportada por el combustible en energía mecánica.
-----------------	--	--	---

Fuente: [14]

Energía química

Es la energía que tiene un cuerpo debida a los átomos y moléculas que lo constituyen. Se libera cuando se produce una reacción química. Aunque todos los cuerpos tienen energía química no en todos es aprovechable, los combustibles, como la gasolina, el gasoil o el carbón son sustancias que almacenan gran cantidad de energía química que puede ser liberada.

3.11 Motores a combustión Interna

La energía mecánica es indispensable para poner en funcionamiento las diferentes máquinas, esta energía se puede obtener utilizando energía térmica, hidráulica, solar y eólica. La más utilizada es la energía térmica que se obtiene de la quema de los combustibles de naturaleza orgánica tales como los hidrocarburos. Dentro de los equipos que transforman la energía térmica en trabajo se encuentran los motores de combustión interna, los cuales consumen el 80% de la energía derivada de los hidrocarburos a nivel mundial. Los motores de combustión interna transforman la energía térmica del combustible en trabajo útil. [14]

Motor de combustión interna de 2 tiempos

En los motores de dos tiempos, el ciclo completo de trabajo es realizado en dos carreras del pistón, que corresponde a una vuelta del cigüeñal. Durante la subida desde el PMI al PMS se introduce la mezcla de combustible y a la vez se comprime; la combustión se produce cuando el pistón llega al PMS y durante la carrera de bajada los gases de la combustión se descargan a la vez que entra la nueva mezcla de combustible por unos orificios denominados lumbreras de escape y admisión respectivamente. Las ventajas de estos motores son precisamente la

obtención de una explosión por cada vuelta del cigüeñal y la sencillez que supone la ausencia de un sistema de distribución (válvulas, árbol de levas, etc.). Lo negativo de estos motores es su elevado consumo y las excesivas emisiones contaminantes comparados con los motores de cuatro tiempos. [15]

1er tiempo: Admisión – compresión

Cuando el pistón está en el punto más bajo, es decir en el Punto Muerto Inferior (PMI), empieza el proceso de admisión. La lumbrera de admisión deja pasar el carburante (aire y combustible) hacia el cilindro. Una vez aspirado el carburante el pistón va ascendiendo mientras comprime la mezcla. [16]

2º tiempo: Expansión - escape de gases

En el momento que el pistón está en el punto más alto, es decir, el Punto Muerto Superior (PMS), la bujía (en caso del ciclo Otto) hace saltar una chispa que enciende la mezcla, incrementando la presión en el cilindro y hace desplazar al pistón hacia abajo. Cuando está a la altura de la lumbrera de escape, la propia presión de los gases tiende a salir del cilindro, dejando al cilindro vacío para volver a empezar un nuevo ciclo.

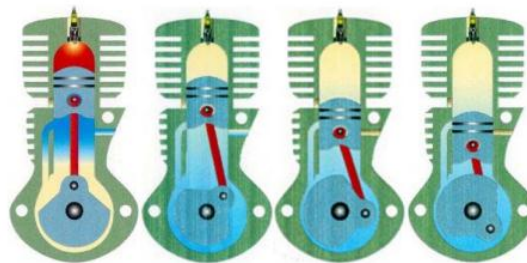


Figura 13: Ciclo de trabajo

Fuente: [16]

3.12 Sistema de transmisión de potencia

Se denomina transmisión a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina.

Velocidad angular (ω)

Cuando un objeto se mueve en una circunferencia, llevará una velocidad, ya que recorre un espacio, pero también recorre un ángulo. Para tener una idea de la rapidez con que algo se está moviendo con movimiento circular, se ha definido la velocidad angular (ω) como el número de vueltas que da el cuerpo por unidad de tiempo.

Si un cuerpo tiene gran velocidad angular quiere decir que da muchas vueltas por segundo. De manera sencilla: en el movimiento circular la velocidad angular está dada por la cantidad de vueltas que un cuerpo da por segundo.

Otra manera de decir lo mismo sería: en el movimiento circular la velocidad angular está dada por el ángulo recorrido (θ) dividido por unidad de tiempo. El resultado está en grados por segundo o en rad por segundo.

$$\text{Velocidad angular } (\omega) = \frac{\Delta\theta \longrightarrow \text{Angulo recorrido}}{\Delta t \longrightarrow \text{Tiempo empleado}}$$

$$\omega = \frac{\theta}{t} \quad [\text{Ec.1}]$$

ω = velocidad angular en radianes

θ = desplazamiento angular en rad

t = tiempo en segundos en que se efectua el desplazamiento angular

Aquí debemos apuntar que una misma velocidad angular se puede expresar de varias maneras diferentes.

Por ejemplo, para las lavadoras automáticas o para los motores de los autos se usan las revoluciones por minuto (rpm).

También a veces se usan las rps (revoluciones por segundo). También se usan los grados por segundo y los radianes por segundo. Es decir, hay muchas unidades diferentes de velocidad angular. Todas se usan y hay que saber pasar de una a otra, lo que se hace aplicando una regla de 3 simple. [17]

Por ejemplo, pasar una velocidad de 60 rpm a varias unidades diferentes:

$$60\text{rpm} = \frac{1\text{rev}}{\text{seg}} = \frac{360^\circ}{\text{seg}} = \frac{2\pi\text{rad}}{\text{seg}}$$

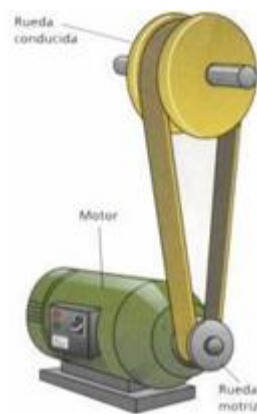


Figura 14: Transmisión de un movimiento circular

Fuente: [18]

Momento de Torsión (Torque)

La capacidad de una fuerza de hacer girar un objeto se define como torque. [19]

Torque

Capacidad de giro que tiene una fuerza aplicada sobre un objeto.

Factores de que depende el torque:

- Distancia al punto de giro: d
- Magnitud de la fuerza: F
- Ángulo de aplicación de la fuerza: θ
- Si $\theta = 90^\circ$ máximo torque.
- Si $\theta = 0^\circ$ no hay torque.

Entonces, el torque τ será proporcional a:

- La magnitud de la fuerza F
- La distancia d entre el punto de aplicación de la fuerza y el punto de giro
- El ángulo θ de aplicación de la fuerza.

$$\tau = F \times d \times \text{sen}\theta$$

[Ec.2]

3.12.1 Poleas y correa

Existen varios tipos de correas y poleas, las más frecuentemente utilizadas en máquinas agrícolas son del tipo plana, trapezoidales (en V), hexagonales y de sincronización. En el caso de las trapezoidales pueden ser dentadas o lisas, simples o múltiples. Este método de transmisión se utiliza cuando es necesario conectar árboles alineados y separados a cierta distancia. El mecanismo consiste en una correa sin fin de material flexible acoplada a dos o más poleas. El principio de transmisión se desata al friccionar las correas flexibles contra la superficie lisa de las poleas, estas superficies se deslizan una sobre la otra provocar un deslizamiento (excepto en las correas de sincronización), por lo tanto, la velocidad entre las poleas no se respeta con exactitud, por lo que no es un mecanismo de precisión en la transmisión. [20]

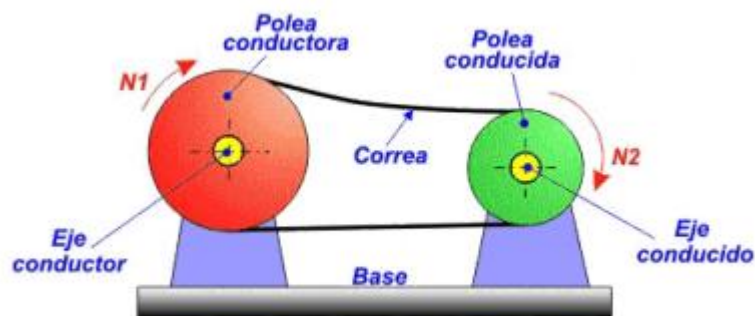


Figura 15: Poleas y correa

Fuente: [20]

Fórmulas para el cálculo de una transmisión

R.P.M eje motriz x Dpm = R.P.M eje conducido x Dpc

R.P.M eje motriz = Generalmente velocidad del motor y/o eje auxiliar que transmite movimiento.

Dpm = Diámetro de polea motriz; generalmente la polea del motor y/o de eje que transmite movimiento.

R.P.M eje conducido = Generalmente velocidad de la máquina y/o de eje auxiliar (contra-eje).

Dpc = Diámetro de la polea conducida; generalmente la polea de la máquina y/o de eje auxiliar (polea que recibe el movimiento del motor). [21]

A partir de la fórmula general obtenemos:

$$\mathbf{R. P. M \text{ eje motriz}} = \frac{\mathbf{R.P.M \text{ eje conducido} \times \mathbf{Dpc}}}{\mathbf{Dpm}} \quad \mathbf{Dpc} = \frac{\mathbf{R.P.M \text{ eje motriz} \times \mathbf{Dpm}}}{\mathbf{R.P.M \text{ eje conducido}}} \quad [\text{Ec.3}]$$

$$\mathbf{Dpm} = \frac{\mathbf{r.p.m \text{ eje conducido} \times \mathbf{dpc}}}{\mathbf{R.P.M \text{ eje motriz}}} \quad \mathbf{R. P. M \text{ eje conducido}} = \frac{\mathbf{r.p.m \text{ eje motriz} \times \mathbf{dpm}}}{\mathbf{dpc}} \quad [\text{Ec.4}]$$

Distancia mínima y máxima entre ejes

Formulas:

$$\text{DISTANCIA MINIMA} = 0,7 (\text{Dpm} + \text{Dpc}) \quad [\text{Ec.5}]$$

$$\text{DISTANCIA MAXIMA} = 2,0 (\text{Dpm} + \text{Dpc}) \quad [\text{Ec.6}]$$

3.12.2 Ruedas dentadas o engranajes

Este tipo de transmisión se utiliza en máquinas compactas cuando los árboles están lo suficientemente cerca entre sí. Se denomina engranaje a dos o más ruedas dentadas, solidarias a sus respectivos árboles y montadas de forma tal que los dientes de una encajen en los huecos de la otra y viceversa. Las ruedas dentadas se pueden clasificar de la siguiente manera: [22]

- Ruedas dentadas planas.
- Ruedas dentadas helicoidales.
- Ruedas dentadas cónicas.
- Tornillo sin fin.

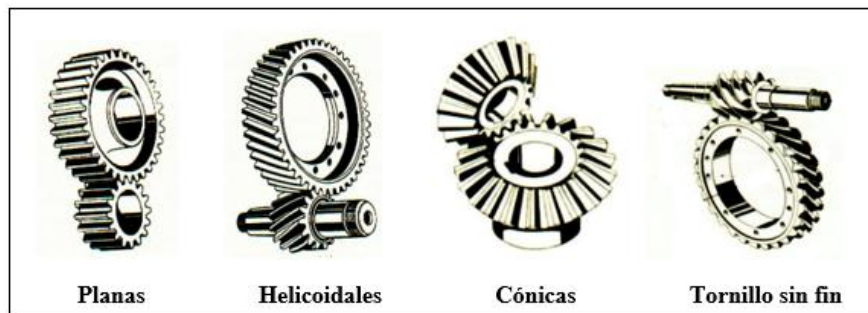


Figura 16: Clasificación ruedas dentadas

Fuente: [22]

Nomenclatura de una rueda dentada

En el diseño y cálculo de los engranajes, se deben establecer ciertos parámetros, que permiten definir las ruedas tanto geométrica como dimensionalmente. Con el objetivo de identificar dichos parámetros y establecer la relación entre los mismos, se analizará a continuación la nomenclatura aplicada a una rueda dentada. [23]

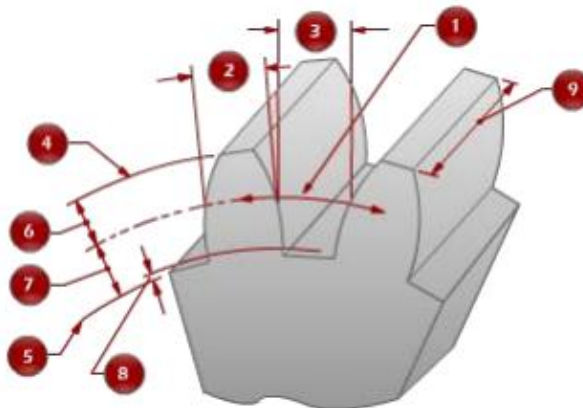


Figura 17: Partes engranaje

Fuente: [23]

1. Paso circunferencial: distancia entre puntos homólogos de dos perfiles consecutivos de una misma rueda, medida sobre la circunferencia primitiva de referencia (Diámetro primitivo). Para que dos ruedas engranen deben tener el mismo paso.
2. Espesor de diente: el espesor del diente equivale a la mitad del paso circunferencial.
3. Ancho de espacio o espacio entre dientes: el espacio entre dientes equivale a la mitad del paso circunferencial.
4. Circunferencia de cabeza: circunferencia que limita los dientes por su parte superior.
5. Circunferencia de pie: circunferencia que limita el hueco entre dientes por su parte inferior. El hueco debe ser suficientemente profundo para dejar pasar la cabeza de los dientes de la otra

rueda. 6. Altura de cabeza: distancia radial entre la circunferencia primitiva y la cabeza del diente.

7. Altura de pie: distancia radial entre la raíz del diente y la circunferencia primitiva.

8. Holgura o juego circunferencial: espacio que queda al acoplar una pareja de dientes. Es necesaria para permitir la deflexión de los dientes, el paso del lubricante y la expansión térmica.

9. Ancho de cara: ancho del engranaje.

Factores de dimensionamiento de las ruedas dentadas

- Diámetro primitivo: diámetro de un círculo imaginario sobre el cual se diseñan los dientes de engranaje.
- Diámetro exterior: diámetro externo del engranaje, equivale al diámetro primitivo más dos veces la altura de cabeza.
- Diámetro interno o de raíz: diámetro base de los dientes
- Módulo: cociente entre el diámetro primitivo de referencia y el número de dientes. Dos ruedas engranan si tienen el mismo módulo.
- Paso diametral (diametral pitch): cociente entre el número de dientes y el diámetro primitivo de referencia expresado en pulgadas.
- Altura total: suma de la altura de cabeza y la de pie.

Relación de transmisión

Un parámetro fundamental para el diseño de un sistema de engranajes es la relación de transmisión, que para el caso del sistema de transmisión por engranajes se define como el cociente entre el número de dientes de la rueda conducida y el número de dientes de la rueda conductora. La relación de transmisión también se puede expresar en términos de la velocidad de rotación de las ruedas.

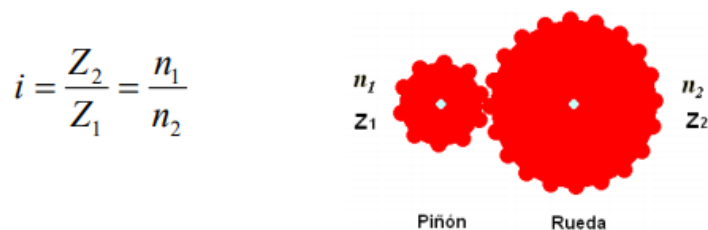


Figura 18: Relación de transmisión

Fuente: [23]

3.12.3 Cadenas y ruedas dentadas

Las transmisiones por cadenas, pueden convertir un movimiento circular en otro rectilíneo (en el caso que sean utilizadas para transporte) o en otro movimiento circular (cuando son utilizadas para la transmisión de potencia). Las transmisiones a cadenas son seleccionadas

cuando se desea transmitir grandes magnitudes de potencia a bajas velocidades sin variar la relación de transmisión Las mismas necesitan estar alineadas para no salirse de su lugar.

Los tipos de cadenas más comunes usados en máquinas agrícolas son: [24]

- De manguitos
- De rodillos
- Silenciosas
- Desmontables

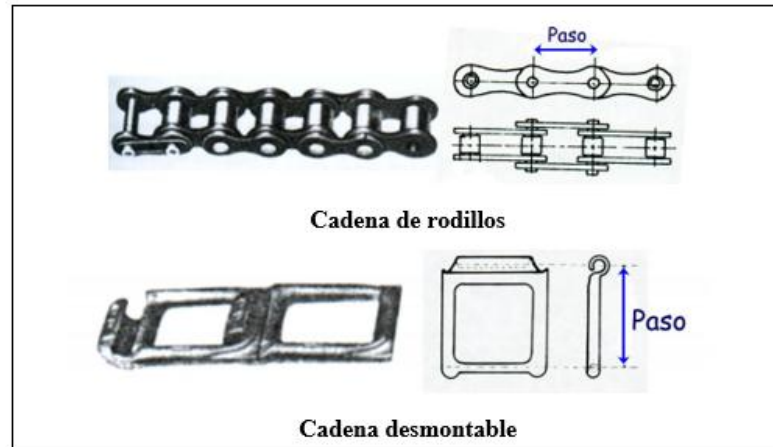


Figura 19: Tipos de cadenas

Fuente: [24]

Las cadenas de rodillos son utilizadas cuando se debe transmitir potencia a altas cargas y altas velocidades, pueden trabajar en un rango de velocidades de 0.5 a 20 m/s.

Cálculo del número de eslabones y la longitud de la cadena

Para determinar el número de eslabones de la cadena se puede emplear la siguiente ecuación:

$$Ne = 2C + \frac{Z2+Z1}{2} + \frac{(Z2-Z1)}{4C\pi^2} \quad [\text{Ec.7}]$$

- Ne: Numero de eslabones de la cadena.
- C: Distancia entre centros de los ejes expresada en pasos.
- Z2, Z1: El número de dientes de la sprocket mayor y menor respectivamente.

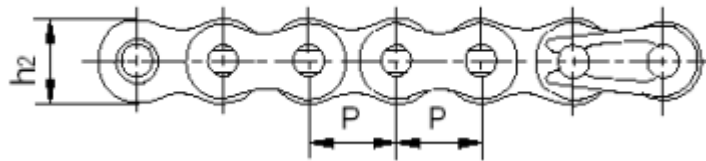
La distancia entre centros no es precisamente un factor limitado, a menor que ellos sea una necesidad determinada por el diseño.

Es importante tener en cuenta que una distancia demasiado corta causa un desgaste prematuro de la cadena y adicional a esto se reduce la cantidad de dientes enganchados, particularmente cuando la relación de trasmisión es alta.

Las distancias muy altas tampoco son convenientes dado que se presentan problemas de flexión y la cadena se torna muy pesada. Algunos fabricantes recomiendan que la distancia

entre centros este entre 30 y 50 veces el paso, siendo 40 pasos un excelente punto de partida para un diseño donde no se conoce la distancia entre centros o no se establece como parámetro fijo. Es decir, para efectos de calcular el número de eslabones se puede emplear $C=40$.

Para calcular la longitud de la cadena se debe partir del hecho de que un paso equivale al largo de un eslabón, como se observa en la siguiente imagen, por lo que una estimación acertada de la longitud de la cadena será multiplicar el número de eslabones por su longitud que corresponde a la del paso de la cadena. Longitud de la cadena:



$$L_c = N_e \times P \quad [\text{Ec.8}]$$

Cálculo de la velocidad media de la cadena

La velocidad media de la cadena se calcula con la siguiente fórmula.

$$V = Z_1 \times \eta_1 \times P \quad [\text{Ec.9}]$$

Donde

- Z_1 : es el número de dientes de la sprocket menor.
- η_1 : es la velocidad de la sprocket menor.
- P : es el paso.

Cálculo de la fuerza periférica

La fuerza periférica se obtiene con la potencia y la velocidad media de la cadena.

$$F = 6600 \frac{P_M \times K_s}{V} \quad [\text{Ec.10}]$$

Dónde:

- La fuerza F está dada en lbf
- La potencia del motor está dada en HP
- La velocidad periférica está dada en in/s

4. METODOLOGÍA

En la mencionada Propuesta Tecnológica se ha usado el método experimental, ya que se puede manipular una o varias variables independientes ejerciendo el máximo control, como son el tiempo de siembra y dosificación.

Técnicas

La técnica a usarse será la medición ya que esta nos permite obtener información de la propiedades o cualidades del objeto, en este caso se requiere obtener datos como son tiempos, velocidades y pesos.

Instrumentos

Se utilizará instrumentos como cronometro, velocímetro, tacómetro, balanza para la recolección de datos, así como también el software Inventor para el diseño y ensamble.

4.1 Metodología cuantitativa de alternativas de diseño de: Maquinas sembradoras

Se elegirá la mejor opción de diseño y construcción de una sembradora para la siembra de quinua los resultados los obtendremos mediante el método cuantitativo, el cual nos dará como resultado un valor numérico, de acuerdo a las necesidades del cliente.

La presente propuesta tecnológica, la sembradora se acoplará a las necesidades agrícolas que se presenten en el sector de Salache, Facultad de CAREN de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Diseño
- Costo
- Peso
- Vida útil
- Seguridad

Rango para evaluar las alternativas:

1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Aceptable
5	Excelente

Dosificación

Se realizará una evaluación cualitativa, resultando la mejor opción de diseño que nos permita un ahorro y una buena dosificación de la semilla.

Una buena dosificación de la semilla garantiza una buena germinación con el objetivo de tener una implantación óptima.

La selección del dosificador dependerá de los siguientes puntos:

- Daño de la semilla
- Uniformidad en la descarga de la semilla

- Gasto de la semilla.
- Costo

Trasmisión

Se elegirá la mejor opción de acuerdo a características y requerimiento de nuestra máquina, evaluando el tipo de transmisión más factible que permita un buen trabajo y seguridad al momento de la siembra de la semilla de quinua.

La selección del sistema de transmisión dependerá de los siguientes aspectos:

- Transmitir potencia a distancias grandes
- Lubricacion
- Capacidad de transmitir altos torques a bajas velocidades
- Resistencia a condiciones ambientales
- Costo

Rango para evaluar las alternativas:

1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Aceptable
5	Excelente

4.2 Cálculo de dimensiones

La presente propuesta tecnológica, la máquina será impulsada con fuerza externa y un motor de combustión que durante la siembra el operario maniobrará de forma sencilla.

Se analizará lo siguiente:

- Dimensiones.
- Peso estructural.
- Peso accesorio de movilidad y dosificación.
- Peso total.

4.2.1 Dimensiones

4.2.2 Altura de la máquina sembradora de quinua

Para partir del diseño de la máquina se tomará como punto principal la altura de la máquina es por ello que se partirá con la altura promedio de los agricultores del sector.

Se considera las estaturas de los agricultores en un promedio que oscila entre 1.65 a 1.75 metros.

4.2.3 Peso de accesorios para el movimiento y dosificación

Los accesorios son elementos complementarios de la sembradora cada uno de ellos será seleccionado según el funcionamiento de la máquina, piñón, cadena, rodamientos

4.2.4 Peso total de la sembradora

Su peso está dado por la suma de todos los elementos de la máquina.

Peso total = Peso estructural + Peso accesorios

4.2.5 Calculo de resistencia del suelo

Se realizará un estudio de campo para el cálculo inicial de la fuerza realizada por la maquina respecto al suelo.

Resistencia del suelo medido con un dinamómetro

La resistencia del suelo está dada por la fuerza de reacción frente a la de acción de enclavamiento y arrastre. Este arrastre es tomado considerablemente como un punto de partida entre la fuerza que realiza el operario y la resistencia de avance que ofrece el suelo. Las unidades de fuerza están dadas en Kg.

4.3 Sistema de tracción

4.3.1 Empuje

El operario al trasladar la maquina sobre el terreno generara esta fuerza de empuje a esta se le sumara una reacción generada por la superficie sobre la cual se desplaza con una aceleración.



Figura 20: Diagrama de fuerzas

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

$$F.Total = m \times a \quad [Ec.11]$$

$m = masa$

$a = aceleración$

$$F.Dinamica = Coef.de rozamiento \times - m \times g \quad [Ec.12]$$

$g = gravedad$

$$F.Total = F.empuje - F.dinamica$$

$$F.Empuje = m \times a + Cr - m \times g \quad [Ec.13]$$

$Cr = Coeficiente de rozamiento$

4.3.2 Tensión

La tensión ejercida por el operario hacia la sembradora esta provista desde el terreno hasta la altura de la cintura la misma que genera, la misma que genera el movimiento sobre la superficie con el ángulo de inclinación.

$$F.Tesion = F.gravitatoria + m \times g \quad [Ec.14]$$

$m = masa$

$g = gravedad$

4.3.3 Coeficiente de fricción

El valor del coeficiente de fricción es característico de cada par de materiales en contacto; no es una propiedad intrínseca de un material. Depende además de factores como la temperatura, el acabado superficial de los cuerpos en contacto, la velocidad relativa entre éstas, la fuerza normal, entre otros. [25]

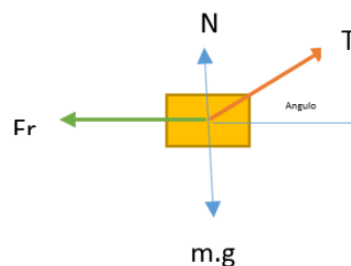


Figura 21: Diagrama de fuerzas del coeficiente de fricción

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

- $P = m \times g$
- Fuerza aplicada (T) que forma el ángulo con la horizontal.
- La fuerza (N) que ejerce el plano sobre el bloque.
- La fuerza de rozamiento.

4.3.4 Fuerzas que actúan en la sembradora de quinua

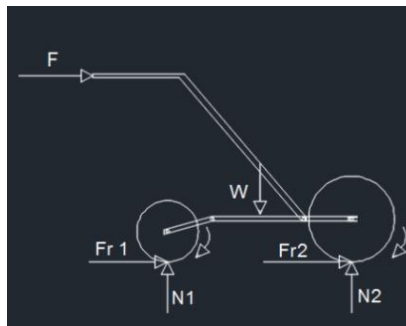


Figura 22: Fuerzas que actúan en la máquina

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Cuadro 6: Fuerzas aplicadas en la máquina

Descripción	Unidades
Empuje	Kilogramos
Tensión	Newton
Fuerza de rozamiento 1	Newton
Fuerza de rozamiento 2	Newton
Normal 1	Newton
Normal 2	Newton
Peso	Newton
Fuerza Total	Newton

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Cálculo de la velocidad media de la cadena

La velocidad media de la cadena se calcula con la siguiente fórmula.

$$V = Z1 \times \eta1 \times P$$

[Ec.15]

Donde

- Z1: es el número de dientes de la sprocket menor.
- η_1 : es la velocidad de la sprocket menor.
- P: es el paso.

Cálculo de la fuerza periférica

La fuerza periférica se obtiene con la potencia y la velocidad media de la cadena.

$$F = 6600 \frac{P_M \times K_S}{v} \quad [\text{Ec.16}]$$

Dónde:

- La fuerza F está dada en lbf
- La potencia del motor está dada en HP
- La velocidad periférica está dada en in/s

4.4 Sistema de dosificación

Densidad de siembra

En esta parte, se definirá la cantidad de semillas mínima necesaria para cubrir 01 Ha de extensión.

Cant. de semilla a sembrar = Cant. de plantas total x Cant. semillas por planta

Número de alvéolos necesarios

El número de alvéolos es la principal característica del dosificador, ya que permitirá obtener el espacio necesario entre cada puesta de semillas a lo largo del surco.

$$t_{\text{entre caída y caída al terreno}} = t_{\text{salida entre alveolo y alveolo}} \quad [\text{Ec.16}]$$

$$t_{\text{entre caída y caída al terreno}} = \frac{e_{\text{planta}}}{v} \quad [\text{Ec.17}]$$

$$t_{\text{salida entre alveolo y alveolo}} = \frac{\text{Paso}}{\omega} \quad [\text{Ec.18}]$$

Volumen de los alvéolos

La dosis distribuida por hectárea para un rodillo acanalado recto depende del volumen útil de los alvéolos.

$$D = 0.6 \frac{\delta \cdot V \cdot n_r \cdot n_p \cdot Z}{a \cdot v} \text{ kg/ha} \quad [\text{Ec.19}]$$

En donde:

δ = densidad de semilla (g/cm^3)

V = Volumen de los alveolos del rodillo en la posición escogida (cm^3/rev)

n_r = velocidad de rotación del rodillo (r/min) este valor oscila entre 30 y 50 RPM

n_v =Coeficiente de llenado que varía entre 0,6 y 0,86

Z =numero de dosificadores de la maquina

V =velocidad de trabajo (km/h)

a =anchura de trabajo (m)

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis de opciones para la siembra de quinua

5.1.1 Opción 1: Siembra por asada o espeque

El espeque consiste en un palo con una punta que permite hacer el depósito de la siembra. Este método lo implementan los productores cuando siembran en laderas. Con este tipo de labranza que no remueve el suelo, se reduce la erosión y degradación.

Herramienta

- Macana de hierro
- Cuerda de agarre
- Punta de enclavamiento

Ventajas

- Técnica sencilla de aplicar.
- Facilidad de manejo de la herramienta.
- Acceso al terreno sencillo.
- Económico

Desventajas

- Poco ahorro de semilla.
- Tiempo de trabajo y esfuerzo prolongados.
- Inestabilidad al momento de la distribución de la semilla
- Imprecisión entre surcos.
- Inapropiado tapado de la semilla



Figura 23: Siembra por asada o espeque

Fuente: [26]

5.1.2 Opción 2: Sembradoras en línea

Con las sembradoras en línea o de chorrillo se consigue depositar de forma continua sobre cada línea de siembra una determinada cantidad de grano.

Las operaciones que realizan estas máquinas son:

Abrir el surco donde se va a depositar la semilla. Se realiza con cuchillas circulares (un solo disco cóncavo o dos discos planos) o con rejas a surcadoras, montadas sobre el bastidor, de forma que van siguiendo la superficie del terreno y pueden elevarse por encima de algún obstáculo que encuentre.

Dosificar y depositar la semilla en el surco realizado. Se realiza por medio de los órganos distribuidores y de los tubos de caída.

Partes Principales

- Bastidor.
- Tolva.
- Mecanismo de distribución
- Mecanismo de enterrado.
- Sistema de regulación.

Ventajas

- Ahorro de semilla.
- Mayor uniformidad del cultivo.
- Mejor desarrollo.
- Disminución de las faenas de sembrado.

Desventajas

- Se necesita destreza con el equipo.
- Poca maniobrabilidad
- Adherencia de material en el equipo
- Alto costo



Figura 24: Sembrado de línea

Fuente: [27]

5.1.3 Opción 3: Máquina Sembradora con tracción y dosificación automática

La máquina consistirá de un motor y una rueda de tracción en donde el eje motriz transferirá movimiento mediante un sistema piñón-cadena este estará conectado a un eje dosificador el cual, mediante un disco dosificadores vertical, distribuye la semilla hacia el suelo. Tendrá un sistema de ajuste de profundidad y de tapado de la semilla.

Partes Principales de la Máquina

- Estructura.
- Rueda delantera y trasera.
- Abre surco
- Motor a combustión.
- Sistema piñón-cadena.
- Dosificador.
- Tolva de almacenamiento de la semilla
- Barrenadora
- Brazos de empuje

Ventajas

- Ahorro de semilla.
- Tapado de la semilla correcto
- Mayores hectáreas sembradas por hora.
- Uso sencillo
- Trabaja en pendientes.
- Mejora de diseño
- Correcta distribución de la semilla

Desventajas

- Suciedad media al trasladar la máquina.

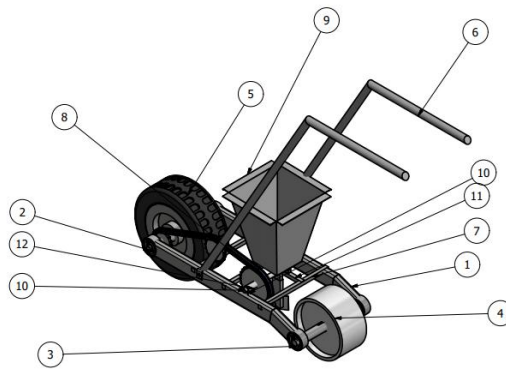


Figura 25: Sembradora Manual

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

5.1.4 Resultado maquinas sembradoras

Tabla 4: Tabla necesidades de la máquina x

Necesidades	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Diseño	1	3	5
Costo	3	1	2
Peso	2	2	3
Vida Útil	2	3	4
Seguridad	2	2	4
Total	10	11	18

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

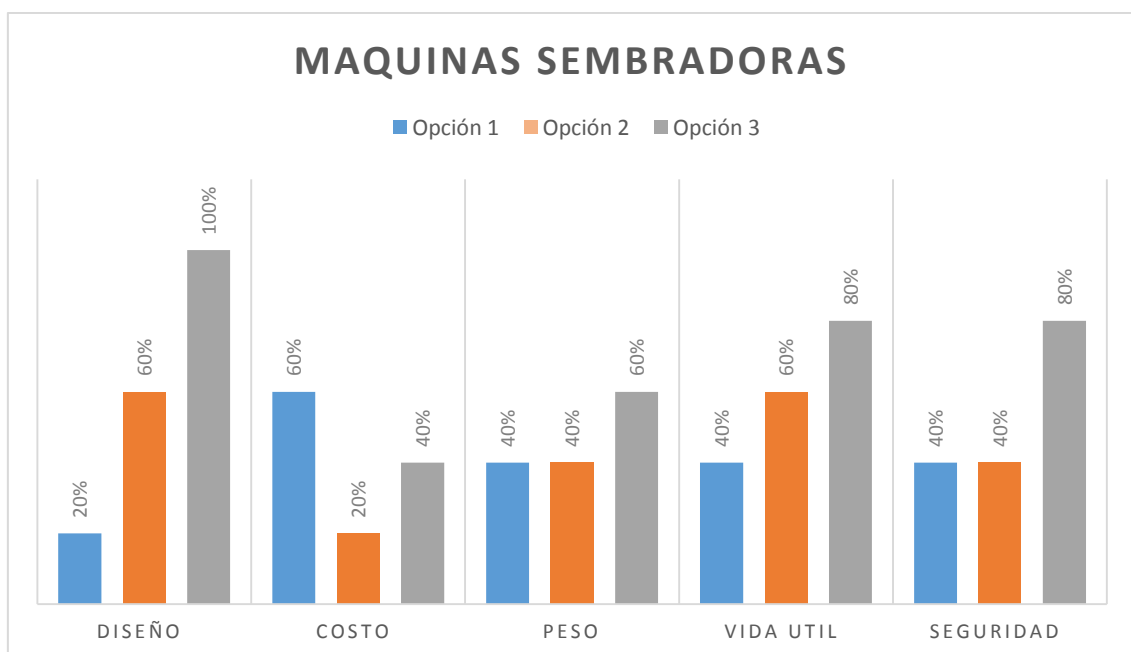


Figura 26: Porcentajes maquinas sembradoras

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

5.2 Sistema de dosificación

5.2.1 Dosificador de placa horizontal alveolado (Dosificador 1)

El principio de trabajo es una placa con alvéolos. Un sector de los alvéolos está en contacto con la semilla y al girar se carga cada alvéolo con una semilla.



Figura 27: Dosificador plato horizontal

Fuente: [28]

Ventajas

- Permite el recambio de acuerdo al diámetro de la semilla.
- Distinta distancia entre orificios.

Desventajas

- Maltrata la semilla.
- No es recomendada para semillas de pequeño tamaño.

5.2.2 Dosificador Neumático (Dosificador 2)

la semilla es tomada individualmente por acción del vacío o por presión de aire. Constituidos por una placa que presenta una pluralidad de pequeñas cavidades con una determinada conformación. Estas cavidades, con una perforación menor al tamaño de cada semilla, permiten que las mismas se alojen en dichas cavidades, impulsadas y sostenidas por la presión de aire que origina una turbina.



Figura 28: Dosificador neumático

Fuente: [28]

Ventajas

- No daña la semilla.
- No es necesario semilla calibrada.

Desventajas

- Es necesario una turbina para impulsar la semilla.
- Costo elevado.

5.2.3 Dosificación multigrano disco vertical (Dosificador 3)

Como su propio nombre lo indica se trata de un cilindro en cuya superficie se encuentran unos compartimientos regularmente dispuestos, que en su giro recogen pequeñas cantidades de semillas de la parte inferior de la tolva para ser descargadas en el extremo superior del tubo de caída. Las formas de sus dientes aseguran un trabajo libre sin posibles atascamientos, lo que asegura la eficacia de la siembra

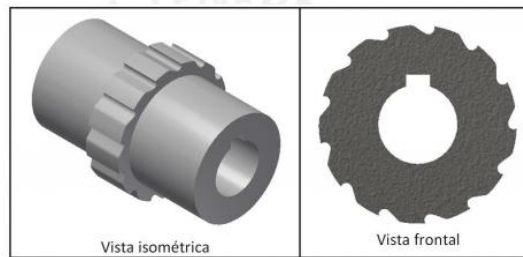


Figura 29: Dosificador multigrano disco vertical

Fuente: [28]

Ventajas

- Es recomendable para semillas pequeñas.
- No maltrata la semilla
- La distribución de la semilla es ordenada.
- Descarga la semilla en forma uniforme.
- Ahorro de semilla por hectarea.

Desventajas

- Una excesiva abertura a bajas velocidades provoca que la distribución de la semilla no sea uniforme.

Tabla 5: Comparacion dosificadores

Necesidades	Dosificador 1	Dosificador 2	Dosificador 3
Daño de semilla	1	4	4
Uniformidad de descarga	2	3	5

de la semilla			
Gasto de semilla	2	2	4
Costo	2	1	3
Total	7	10	16

Fuente: A.Gaibor y J.Quillupangui

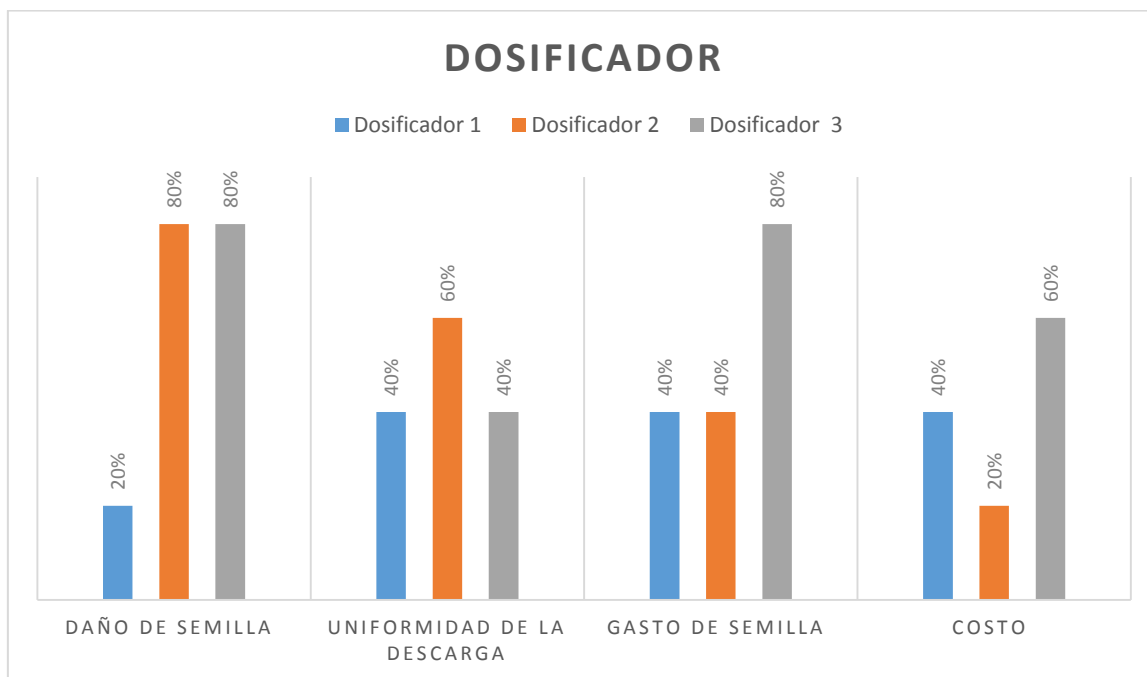


Figura 30: Porcentaje dosificadores

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

5.3 Sistemas de transmisión

Los sistemas de transmisión contienen como objetivo llevar, a los diferentes elementos de una máquina la potencia y el movimiento producidos por un elemento motriz (motor) de manera que la máquina pueda funcionar y cumplir la finalidad para la que fue construida.

5.3.1 Polea y correa (Sistema 1)



Figura 31: Poleas y correa

Fuente: [29]

Ventajas

- Trabajo silencioso.
- Transmiten potencia a distancias grandes.
- No requieren lubricación ni fundas especiales.
- Simplifican la transmisión.

Desventajas

- Relación de transmisión no constante (deslizamiento).
- Alargamiento de las correas
- A veces se requieren dispositivos tensores.
- Duración de la correa afectada por temperatura y humedad.
- Aceite, polvo y humedad reducen el coef. de fricción.

5.3.2 Ruedas dentadas o engranajes (Sistema 2)



Figura 32: Sistema de engranaje

Fuente: [30]

Ventajas

- Las ruedas no pueden resbalar una con respecto a la otra.
- Transmiten grandes esfuerzos.
- La relación de transmisión se conserva siempre constante.

Desventajas

- No transmiten potencia entre distancias grandes entre centros para estos casos se utiliza poleas o cadenas.
- Costo elevado.

5.3.3 Cadenas y ruedas dentadas (Sistema 3)



Figura 33: Cadena y ruedas dentadas

Fuente: [31]

Ventajas

- Transmiten potencia a distancias grandes.
- Relación de transmisión prácticamente constante.
- Sometidas a menores cargas que las transmisiones por correas (no requieren tensado inicial).
- Mejor resistencia a las condiciones ambientales que las transmisiones por correas
- Elementos comercializados y Simplifican la transmisión.

Desventajas

- Requieren lubricación.
- Requiere montaje y mantenimiento minuciosos.

Tabla 6: Comparacion sistemas de dosificación

Requerimientos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Transmitir potencia a distancias grandes	5	1	5
Lubricación	4	3	3
Capacidad de transmitir altos torques a bajas velocidades	2	4	5
Resistencia a condiciones ambientales	2	3	5
Costo	2	1	4
Total	15	15	22

Fuente: A.Gaibor y J.Quillupangui

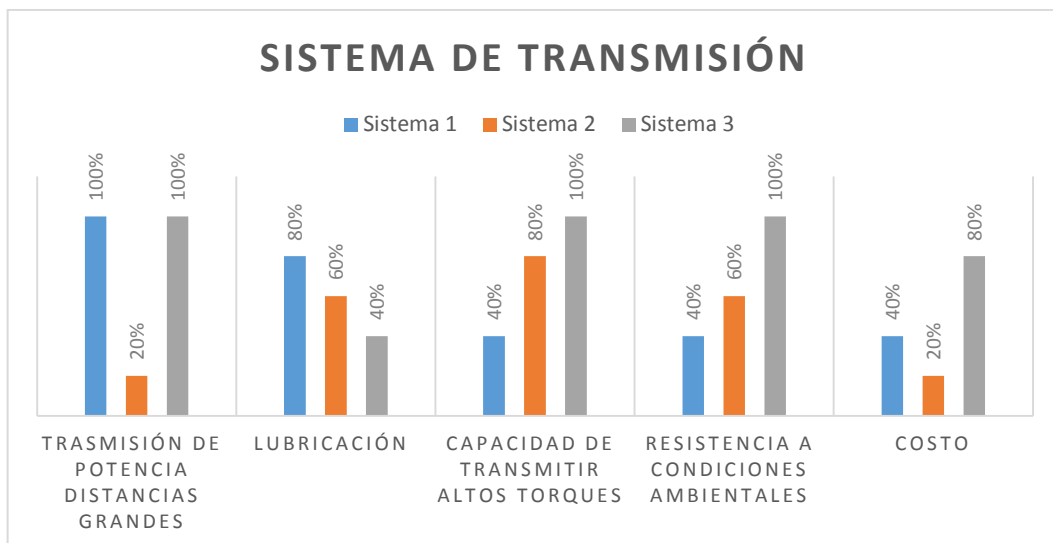


Figura 34: Porcentajes Sistema de transmisión

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

5.4 Resultados altura de la máquina sembradora

Tabla 7: Medición de estatura poblacional para definición de altura de la sembradora

PERSONAS	ESTATURA (m)	MEDICION HASTA EL TORSO (m)
1	1,6	1
2	1,65	1,02
3	1,68	1,04
4	1,7	1,07
5	1,72	1,09
Estatura promedio	1.67	1.044

Fuente: A.Gaibor y J.Quillupangui

5.5 Calculos para el sistema de tracción

Calculo de empuje

$$F. \text{Empuje} = 4.48 \text{ New } 0,006 \frac{\text{m}}{\text{s}} - (0.60 \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \quad [\text{Ec.20}]$$

$$F. \text{Empuje} = 26.31 \text{ kg}$$

Calculo Tension

$$F. \text{Tesion} = F. \text{gravitatoria} + m \times g \quad [\text{Ec.21}]$$

$$F. \text{ Tesion} \times \text{Cos } \theta = 98 \text{ Newton} + 38.75 \text{ kg} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\tan \theta = \frac{\text{altura hasta la cintura}}{\text{distancia al centro de gravedad}} = \frac{100 \text{ cm}}{45 \text{ cm}} \quad [\text{Ec.22}]$$

$$\theta = \tan^{-1} 2.22$$

$$\theta = 65.75^\circ$$

$$F. \text{ Tesion} \times \text{Cos } 65.75 = 98 \text{ New} + 38.75 \text{ kg} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad [\text{Ec.23}]$$

$$F. \text{ Tesion} = \frac{98 \text{ Newton} + 38.75 \text{ Newton}}{\text{Cos } 65.77}$$

$$F. \text{ Tesion} = 333 \text{ Newton}$$

Calculo coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción entre suelo-metal oscila entre (μ) 0.575 y 0.620

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_x = m * a_x \quad [\text{Ec.24}]$$

La rueda delantera tiene una Normal (N) de :

$$N = \frac{W_1}{2} = \frac{8.3}{2} = 4.15 \text{ N} \quad [\text{Ec.25}]$$

$$F = Fr_1 + Fr_2 \quad [\text{Ec.26}]$$

$$Fr_1 = 0.575 + 4.15$$

$$Fr_1 = 2.39 \text{ N}$$

Calculo del Motor

Potencia del motor

$$P = \frac{T}{t} \quad [\text{Ec.27}]$$

P= Potencia en Joules/seg = Watts (W)

T= Trabajo realizado en Joules (J)

t= tiempo en que se realiza el trabajo en segundos (seg)

$$T = F \times d \quad [\text{Ec.28}]$$

$$P = \frac{F \times d}{t} \quad [\text{Ec.29}]$$

En donde $\frac{d}{t} = V$

$$P = F \times V \quad [\text{Ec.30}]$$

Velocidad estándar de caminar de un persona $V = 5.3 \frac{k}{h}$

$$V = 1.47 \frac{m}{s}$$

$$F = m \times a \quad [\text{Ec.31}]$$

$$F = 43.41 \text{ kg} \times 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 425.418 \text{ Newton}$$

$$P = F \times V \quad [\text{Ec.32}]$$

$$P = 425.418 \text{ New} \times 1.47 \frac{m}{s}$$

$$P = 625.36 \left(\frac{J}{s}\right)$$

$$P = 626.36 \text{ W}$$

Cálculos para el diseño de la tolva

Para el primer cálculo de la tolva se necesita saber la densidad, el peso de quinua necesario para sembrar una hectárea y obtendremos el volumen de la tolva.

$$\text{Densidad de la quinua } \rho = 1.22 \frac{g}{ml} \quad [\text{Ec.32}]$$

$$\text{Masa de quinua } m = 12 \text{ kg} = 1200 \text{ g}$$

$$v = \frac{m}{\rho} \quad [\text{Ec.33}]$$

$$v = \frac{1200 \text{ g}}{1.22 \frac{g}{ml}}$$

$$v = 9836,86 \text{ ml} \cong 10 \text{ Litros}$$

Con el volumen de la tolva y la forma geométrica de la tolva tipo tronco de pirámide procederemos a calcular sus dimensiones.

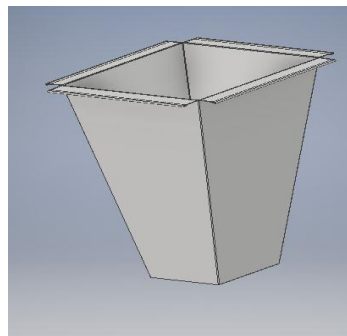


Figura 35: Tolva

Fuente: A. Gaibor y J.Quillupangui

Formula del volumen del tronco de pirámide

$$Volumen = \frac{h}{3}(ABM + ABm + \sqrt{(ABM)(ABm)}) \quad [\text{Ec.34}]$$

Donde

ABM es el área de la base mayor

ABm es el área de la base menor

h la altura del tronco de pirámide

$$ABM = 200 \times 200 \text{mm}$$

$$ABM = 40000 \text{mm}^2 = 400 \text{cm}^2$$

$$ABm = 100 \times 100 \text{mm}$$

$$ABm = 10000 \text{mm}^2 = 100 \text{cm}^2$$

$$h = 250 \text{mm} = 25 \text{cm}$$

$$Volumen = \frac{25}{3}(400 + 100 + \sqrt{(400)(100)})$$

$$\text{Volumen} = 5833,33 \text{ cm}^3 = 5,83 \text{ litros}$$

R= El volumen necesario para sembrar una hectárea es de 10 litros. Con las medidas de nuestra tolva tenemos un aproximado de 5.83 litros

Para lo cual se tiene estimado realizar dos cargas de semilla y optimizar el material utilizado en la fabricación de la máquina.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1 Análisis de impactos

La investigación se sustenta en un análisis técnico de los impactos que en las diferentes áreas o ámbitos que genera el proyecto en el contexto del mismo. Para el presente análisis de impactos, se ha empleado lo siguiente:

- Se determina varias áreas o ámbitos generales en las que el proyecto influirá positiva o negativamente; en el presente proyecto se ha determinado las áreas social, económica, agroambiental y educativa.
- Se selecciona un rango de niveles de impacto positivos y negativos de acuerdo a la tabla 15, como se aprecia en la tabla los impactos son establecidos de acuerdo a un criterio de ponderación.

Tabla 8: Rango de ponderación

Nivel de impacto	Estado
-3	Impacto ALTO negativo
-2	Impacto MEDIO negativo
-1	Impacto BAJO negativo
0	NO HAY IMPACTO
1	Impacto BAJO positivo
2	Impacto MEDIO positivo
3	Impacto ALTO positivo

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

- Se construye para cada una de las áreas una matriz en la que horizontalmente se ubica los niveles de impacto establecido, mientras que verticalmente se determina una serie de indicadores que permitirá tener información específica y puntual del área analizada.
- A cada indicador, se asigna un nivel de impacto, positivo o negativo, a continuación, se encuentra la sumatoria de los niveles de impacto, la misma que será dividida para el número de indicadores establecidos en cada área, obteniéndose de esta manera matemáticamente el nivel de impacto del área de estudio.
- Bajo cada matriz de área se realiza un breve análisis, en el que se selecciona y argumenta las razones, motivos, circunstancias que conllevaron a asignar el nivel de impacto al indicador de la matriz.

Impacto social

La tabla 15 muestra las métricas del impacto social

Tabla 9: Impacto social

Indicador	Nivel de impacto	-3	-2	-1	0	1	2	3	TOTAL
Ciencia y tecnología								x	3
Hábitos de consumo							x		2
Generación de productividades						x			1
Bienestar para la práctica estudiantil								x	3
Total						1	2	6	9

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Total, de impacto social = $9/3$

Total, de impacto social = 3

Nivel de impacto social = MEDIO positivo.

Como se puede visualizar en la tabla 15 nos da a conocer los siguientes resultados tomando como referencia una ponderación del nivel: bajo, medio y alto de la tabla 14 los cuales nos permitirán interpretar los datos obtenidos tomando como indicadores 4 parámetros y el resultado de los mismos dividido para 3 (nivel bajo, medio y alto). Y nos da como resultado del impacto social un nivel medio positivo.

Análisis

En este impacto el proyecto prevé que incidirá a corto, mediano y largo plazo, cambiar la forma de siembra de quinua; teniendo en cuenta que se disminuirá el tiempo y se realiza una dosificación precisa, ahorrando semilla y aumentando la productividad al momento de la cosecha de la semilla.

Impacto económico

Tabla 10: Impacto económico

Indicador	Nivel de impacto	-3	-2	-1	0	1	2	3	TOTAL
Inversión en conocimiento						x			1
Mejora al momento de la siembra de semilla								x	3
Garantía del perfil estudiantil							x		2
Ahorro en el equipamiento técnico								x	3
Total						1	2	6	9

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Total, de impacto económico = $9/3$

Total, de impacto económico = 3

Nivel de impacto económico = MEDIO positivo.

Como se puede visualizar en la tabla 16 nos da a conocer los siguientes resultados tomando como referencia una ponderación del nivel: bajo, medio y alto de la tabla 15 los cuales nos permitirán interpretar los datos obtenidos tomando como indicadores 4 parámetros y el resultado de los mismos dividido para 3 (nivel bajo, medio y alto). Y nos da como resultado del impacto social un nivel medio positivo.

Análisis

La construcción de la maquina sembradora de quinua beneficiará económicamente a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y agricultores del sector Salache, ya que la sembradora permitirá sembrar de una manera óptima, memorando el tiempo y realizando un ahorro de semilla.

Impacto agroambiental

Tabla 11: Impacto agroambiental

Indicador	Nivel de impacto	-3	-2	-1	0	1	2	3	TOTAL
Conservación del medio ambiente								x	3
Agricultura de precisión								x	3
Uso de semilla certificada								x	3
Total								9	9

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Total, de impacto agroambiental = $9/3$

Total, de impacto agroambiental = 3,66

Nivel de impacto agroambiental = ALTO positivo.

Como se puede visualizar en la tabla 17 nos da a conocer los siguientes resultados tomando como referencia una ponderación del nivel: bajo, medio y alto de la tabla 16 los cuales nos permitirán interpretar los datos obtenidos tomando como indicadores 4 parámetros y el resultado de los mismos dividido para 3 (nivel bajo, medio y alto). Y nos da como resultado del impacto social un nivel alto positivo.

Análisis

A través de la implementación de la maquina sembradora de quinua, se incentivará al cultivo de quinua, aumentando la productividad del sector.

6.2. Presupuesto

Tabla 12: Lista de materiales

LISTA DE MATERIALES PARA LA MAQUINA SEMBRADORA						
ítem	Descripción	Cantidad	Dimensión	Material	Costo c/u (USD)	TOTAL (USD)
1	Eje delantero	1	Φ 25x320	Acero 4340	\$ 15	\$ 15,00
2	Eje posterior	1	Φ25x320	Acero 4340	\$ 15	\$ 15,00
3	Eje dosificador	1	Φ25x180	Acero 4340	\$ 10	\$ 10,00
4	Rodamientos CMB	4	62054	6205	\$ 8	\$ 32,00
5	Rodamientos CMB	2	61806	6205	\$ 5.60	\$ 11,20
6	Rueda delantera	1	Φ300x100	ASTM A500	\$ 14.50	\$ 14,50
7	Rueda posterior	1	Según planos	ASTM A568	\$ 20	\$ 20,00
8	Plantilla de dosificación	1	Según planos	ASTM A568	\$ 12	\$ 12,00
9	Catalina Z:16	1	408 16T	AISI1045	\$ 5.50	\$ 5,50
10	Catalina Z:30	1	408 16T	AISI 1045	\$ 14.50	\$ 14,50
11	Cadena	1	ANSI N40	AISI 304	\$ 20.68	\$ 20,68
12	Candado para cadena	1	ANSI N40	AISI 304	\$ 1.40	\$ 1,40
13	Brazo de empuje	2	Según planos	ASTM A500	\$ 8.50	\$ 17,00
14	Barrenadora	1	Según planos	ASTM A568	\$ 19.50	\$ 19,50
15	Apoyo de tolva	1	Según Planos	ASTM A568	\$ 8.70	\$ 8,70
16	Seguros exterior	4	E-S1	DIN 471	\$ 2.50	\$ 10,00
17	Seguros interior	4	E-S4	DIN 472	\$ 1.52	\$ 4,58
18	Arandela plana	14	M8	DIN 125	\$ 0.20	\$ 2,80

19	Pernos	14	M8x50	DIN 912	\$ 0.40	\$ 1,60
20	Manubrios	1			\$ 2.50	\$ 5,00
21	Tuerca hexagonal	4	M20 x1.25	DIN 439	\$ 0.50	\$ 2,00
22	Prisioneros	14	M8x15	DIN 913	\$ 0.20	\$ 2,80
23	Tolva	1	Según planos	ASTM A568	\$ 40	\$ 40,00
24	Motor de dos tiempos	1	100 cc	100 cc	\$ 350	\$ 350,00
Total					\$ 633.76	

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Costo de utilización de la maquinaria

Tabla 13: Costo utilización maquinaria

COSTO DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA			
Maquina /Herramienta	Tarifa /hora	Tiempo utilizado (horas)	Total
Fresadora	\$ 10,00	6	\$ 60,00
Suelda Arco Eléctrico	\$ 12,00	10	\$ 120,00
Dobladora de tubos	\$ 5,00	1	\$ 5,00
Torno	\$ 8,00	12	\$ 32,00
TOTAL			\$ 217

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Costo mano de obra

Tabla 14: Costo mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA			
Maquina /Herramienta	Tarifa /hora	Tiempo utilizado (horas)	Total
Fresadora	\$ 5,00	6	\$ 30,00
Suelda Arco Eléctrico	\$ 8,00	10	\$ 80,00
Dobladora de tubos	\$ 2,00	1	\$ 2,00
Torno	\$ 3,00	12	\$ 36,00
TOTAL			\$ 148.00

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Costo de desarrollo Total

Tabla 15: Costo desarrollo total

Costo Directo Total	
Tipo de costo	Valor
Costo de materiales	\$ 633,76
Costo de Maquinaria	\$ 217
Costo de mano de obra	\$ 148
Transporte	\$ 40
TOTAL	\$ 1038,76

Fuente: A. Gaibor y J. Quillupangui

Como se puede apreciar en la tabla 23 y 24, el costo final del proyecto es de **1038,76 dólares**, al analizar en función del mercado nacional, no existe un prototipo similar orientado a la siembra de semillas de Quinoa, lo que hace de este el primer modelo desarrollado.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Para el diseño y construcción de la máquina se seleccionó materiales que resistan esfuerzo tanto como para los ejes, rueda delantera, rueda posterior, brazos guías, bases de la barrenadora, tolva.
- El peso de la máquina es de 44kg no limita el acceso a terrenos con diferentes grados de inclinación su sistema de tracción le permite una correcta operación de la máquina.
- Es una máquina con fácil mantenimiento por el acople de sus elementos y su estructura, lo cual hace que sea fácil la revisión y su mantenimiento periódico.
- Las máquinas sembradoras actuales para mediana y pequeña producción no cuentan con una capacidad como la máquina diseñada. Dicha capacidad genera menos pérdida de semilla y abono, esto se verá reflejado en la rentabilidad del proceso de producción de quinua.
- En el cálculo de la potencia del motor tiene un resultado de 1.5 hp lo cual se seleccionó un motor de moto 100cc el cual facilitara la movilidad de la máquina

RECOMENDACIONES

- Se recomienda en la fabricación de la tolva realizar una de mayor capacidad para otros tipos de semilla
- Se recomienda diseñar diferentes tipos de disco dosificadores para la siembra de otras semillas
- El operario debe estar al tanto de todas las funciones que cumple la maquina sembradora.
- Difundir en otros sectores este tipo de maquinaria que beneficiara a su producción local

8. REFERENCIAS

- [1] E. Peralta, «LA QUINUA EN ECUADOR “Estado del Arte”,» *INIAP*, pp. 6-7, 2011.
- [2] L. Gómez Pando y E. Aguilar Castellanos , «Guia de cultivo de quinua,» *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Universidad Nacional Agraria La Molina*, vol. II, pp. 17-18, 2016.
- [3] E. Peralta , «Variedad mejorada de quinua,» *INIAP Tunkahuan* , p. 5, 2010.
- [4] E. Peralta y N. Mazon O, «La quinua en Ecuador , capitulo 5.3,» de *Estado del arte de la quinua en el mundo* , Quito, IN: BAZILE D. et al. (Editores), 2013 , pp. 465-466.
- [5] M. Rivera , «INIAP Tunkahuan,» *Catalogo de granos andinos* , pp. 8-9, 2010.
- [6] L. Gomez Pando y E. Castellanos Aguilar , «Guia de cultivo de quinua,» *Organizacion de las Naciones Unidas para la alimenación y la agricultura (FAO)* , vol. II, pp. 3-6, 2016.
- [7] E. Peralta , N. Mazon , A. Murillo, M. Rivera , D. Rodriguez , L. Lomas y C. Monar , «Manual Agricola de granos andinos,» *INIAP - Publicación Miselanea Nro: 69*, vol. III, p. 34.35, 2012 .
- [8] Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca , «ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE QUINUA,» *ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE QUINUA* , p. 6, 2014.
- [9] F. Scotto y M. Chech , «Manual de Produccion de Quinua Organica,» *Oxfam*, pp. 12-13, 2013.
- [10] INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, «Taller de investigación y mecanica de tecnologia agricola andina TIMTAA,» *Taller de investigación y mecanica de tecnologia agricola andina TIMTAA*, pp. 34-35-36, 2015.
- [11] A. R. Garcia Leon y A. Avendaño Quintero , «DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SEMBRADORA MECÁNICA DE GRANOS, ALTERNATIVA AGRICOLA,» *Ingenio UFPSO*, pp. 35-36, 2016.
- [12] R. A. Garcia Leon y A. Quintero Avendaño , «DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SEMBRADORA MECÁNICA DE GRANOS, ALTERNATIVA AGRICOLA,» *Ingenio UFPSO*, pp. 35-36, 2016.
- [13] Departamento de Agronomia U.N.S, «Mecanica y maquinas agricolas departamento agricola U.N.S,» 4 abril 2018. [En línea]. Available: <http://mecymaq.criba.edu.ar/attachments/section/1/MAQUINAS%20DE%20SIEMBRA%202018.pdf>. [Último acceso: 18 7 2018].
- [14] R. Morales y A. Guzman Hernandez , «CARACTERIZACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA CON DOS TIPOS DE COMBUSTIBLES,» *INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE* , p. 3, Publicación Tecnica Nro.417 -2014.
- [15] R. Morales y A. Guzman Hernandez , «CARACTERIZACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA CON DOS TIPOS DE COMBUSTIBLES,» *INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE* , p. 13, Publicación

Técnica No. 417 -2014.

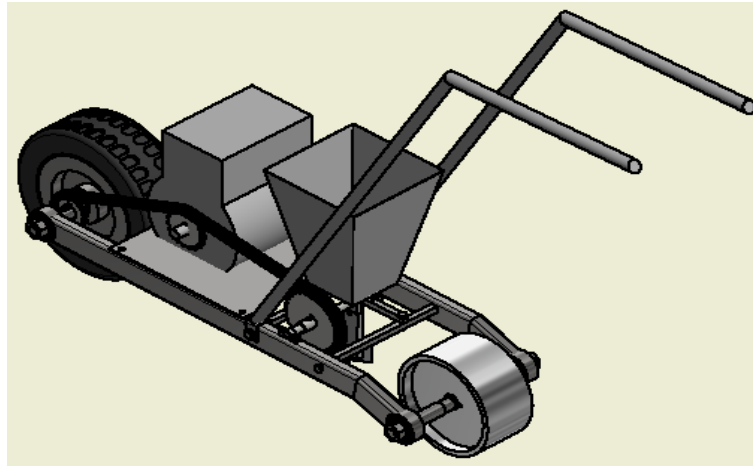
- [16] V. A. Martinez , «Motor de 2 Tiempos,» *Motores de combustion interna* , p. 16, 2013.
- [17] R. Muñoz , «Velocidad Angular,» *Apuntes de Mecánica* , pp. 20-24, 2013.
- [18] J. L. Lopez , «Elementos de un movimiento de transmisión,» 10 Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://physica4x4.wordpress.com/tag/guia-de-problemas-de-movimiento-circular/>. [Último acceso: 19 6 2018].
- [19] R. Muñoz, «Torque,» *Apuntes de Mecánica* , pp. 47-48, 2013.
- [20] A. De Almeida , «Transmisiones mecánicas correas,» *Transmisiones mecánicas* , pp. 11-12, 2015.
- [21] Rexon Colombia S.A, «Calculos basicos de transmisión,» *Calculo de transmision* , p. 12, 2013.
- [22] Departamento de agronomia U.N.S, «Transmisión de potencia por ruedas dentadas,» *Elementos de transmisión de potencia* , p. 13, 2013.
- [23] Martin Sprocket & Gear, Inc. CARD-GEAR-S 0615, «Martin nomenclatura de engranajes,» 5 4 2015. [En línea]. Available: [http://www.martinsprocket.com/docs//nomenclature/nomenclature/nomenclatura-engranes-\(espanol\).pdf](http://www.martinsprocket.com/docs//nomenclature/nomenclature/nomenclatura-engranes-(espanol).pdf). [Último acceso: 24 6 2018].
- [24] Departamento agricola U.N.S, «Transmisión por cadenas y ruedas dentadas,» *Elementos de transmisión de potencia* , pp. 8-10, 2013.
- [25] L. F. Espitia Delgado , «Coeficiente de rozamiento,» de *DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN DE DESLIZAMIENTO*, Pereira , 2013, p. 14.
- [26] INTA - Instituto Nicaraguense de tecnologia agricola , «Guia de cultivo de maiz,» de *Guia de cultivo*, 2013, p. 16.
- [27] J. Garcia Ramos y M. Vidagain Marco , «Sembradoras de siembra directa,» *Sembradoras en linea* , p. 81, 2015.
- [28] Mecanica y maquinaria agricola U.N.S, «Maquinas de siembra,» 6 4 2015. [En línea]. Available: <https://www.maquinac.com/wp-content/uploads/2015/07/siembra-pulmones-neumaticos-criba-edu-catedra.pdf>. [Último acceso: 18 6 2018].
- [29] C. Ruiz, «Elementos de maquinas,» 3 4 2013. [En línea]. Available: <http://files.cesarruiz.webnode.com.co/200000095-1e5b7204f2/TransmisionPorCorreas.pdf>. [Último acceso: 6 6 2018].
- [30] J. Pintor Borobia y P. Garcia , «Trenes de engranes,» *Ingenieria Industrial Teoria de Maquinas* , pp. 3-4, 2016.
- [31] RODAMONTT, «RODAMONTT,» 5 4 2018. [En línea]. Available: http://www.rodamontt.cl/?page_id=275. [Último acceso: 7 19 2018].

ANEXOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**FACULTAD DE CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS Y APLICADA**

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL DE USUARIO

TÍTULO:

“DISEÑO E IMPLMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA SIEMBRA DE QUINUA

AUTORES:

Quillupangui Lopez Juan Jose
Gaibor Velasco Alvaro Eduardo**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**
Abril 2018 - Agosto 2018

ANEXO A	MANUAL DE USUARIO	2 de 6
----------------	--------------------------	---------------

1. INTRODUCCIÓN

El presente manual está desarrollado con el propósito de proporcionarle al usuario una orientación del modo de utilización de la máquina sembradora de quinua. Cada opción es explicada de una forma práctica y con ilustraciones para su mejor comprensión. Para argumentar la operatividad de la Máquina sembradora de quinua es necesario conocer su funcionalidad.

Máquina sembradora de quinua es una máquina destinada a la realización del proceso de siembra de las semillas de Quinua, con la cual se mejora el proceso de siembra de la semilla.

La máquina sembradora de quinua para su operatividad está compuesta con un sistema de tracción y un sistema de dosificación.

Sistema de tracción está compuesto por un motor de dos tiempos de combustión interna en el cual esta acoplados el mecanismo de piñón – cadena para de esta manera proporcionar el movimiento tanto a las ruedas como a la dosificación de semilla.

Sistema de dosificación es compuesto por la tolva el disco dosificador, tubo dosificador, tapa surcos y la rueda aprieta semillas.

2. OBJETIVOS

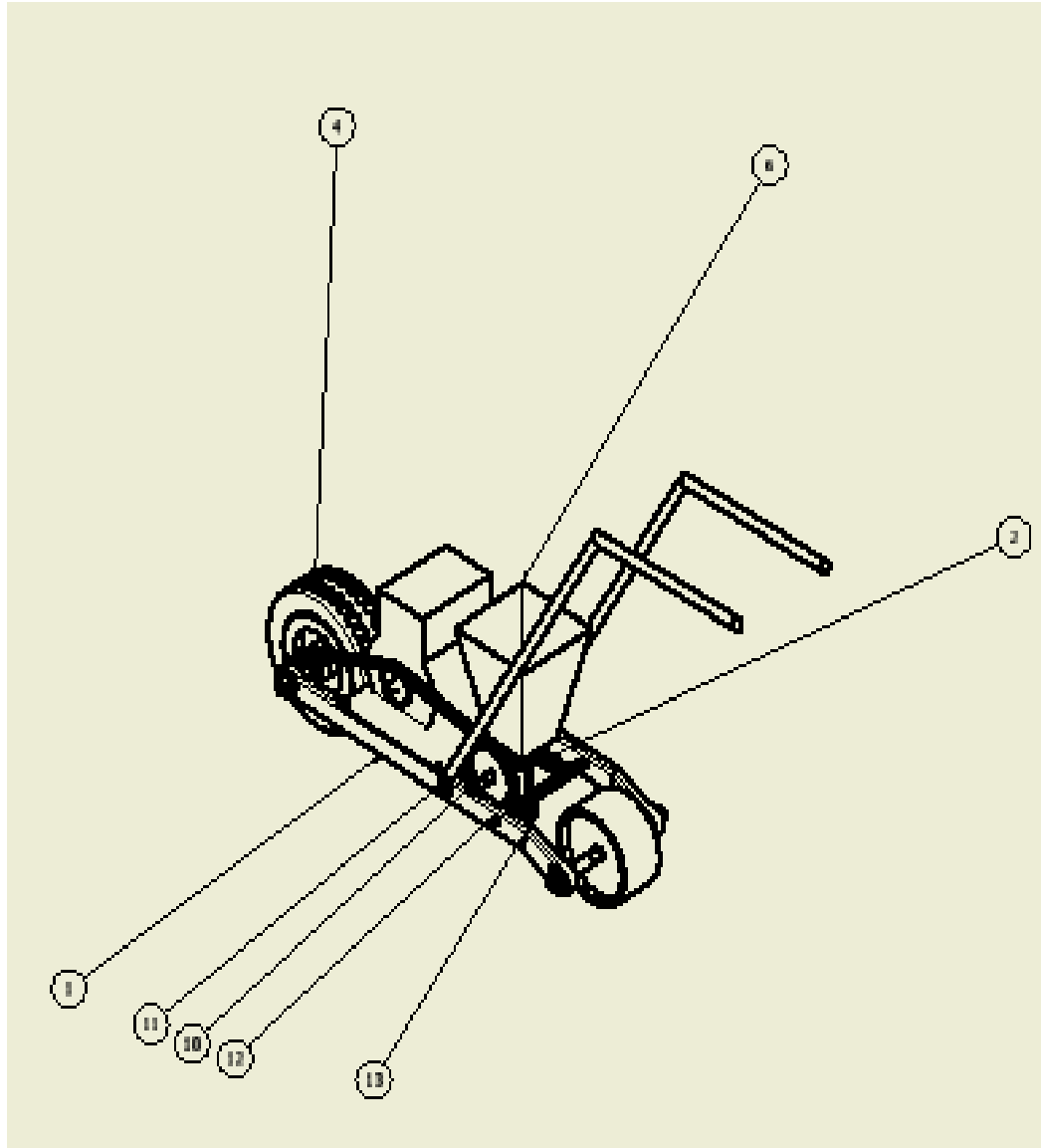
- Proporcionar al usuario la información necesaria para utilizar la maquina sembradora de quinua.
- Describir instrucciones apropiadas para el uso, manipulación y mantenimiento de la maquina sembradora de quinua.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Abril 2018 - Agosto 2018



3. COMPONENTES DE LA SEMBRADORA



13	1	Barrenadora	Plancha de acero A36	IELM-T-BR-004	2.5
12	6	Pernos M6	Acero negro		0.012
11	4	Pernos M8	Acero negro		0.012
10	1	Eje dosificador	Acero al carbono SAE 4340	IELM-B-ED-203	
9	1	Eje para rueda posterior	Acero al carbono SAE 4340	IELM-B-ERD-203	1.3
8	1	Eje para rueda delantera	Acero al carbono SAE 4340	IELM-B-ERP-203	1.6
7	1	Base para motor	Plancha de acero A36	IELM-B-SM-202	2
6	1	Tolva	Tol	IELM-T-004	8.2
5	1	Rueda posterior	Aluminio 6061	IELM-RP-003	2.5
4	1	Rueda delantera	Goma y acero al carbono		3
3	2	Brazos de empuje	Tubo redondo negro	IELM-B-BE-201	4.6
2	3	Base de la tolva	Tubo de media		2.45
1	2	Bastidor	Tubo rectangular negro	IELM-B-002	3.5
Item	Cant.	Denominacion	Materiales	Dibujo	Peso(kg)
LISTADO DE MATERIALES					

4. CAPACIDAD DEL EQUIPO

La máquina sembradora de quinua tiene un rendimiento promedio de una hectárea al día.

5. USO Y OPERACIÓN

Antes de utilizar la sembradora

1.- Verificación de la sembradora

Verificar que todas las partes de las sembradoras se encuentren en buen estado y a la vez que estén bien ajustados las tuercas de la misma.

2.- Traslado de la sembradora:

Se puede llevar a mano en el caso que sea una sola sembradora, si son varias sembradoras se pueden llevar en un vehículo, cuidando que estén bien sujetas para evitar golpes o movimientos bruscos que puedan afectar el equipo.

3.- Humedecer la tolva:

Se recomienda humedecer la tolva antes de colocar la semilla para evitar que estas se adhieran en las paredes de la tolva debido a la electrostática.



ANEXO A	MANUAL DE USUARIO	5 de 6
----------------	------------------------------	---------------

Al momento de utilizar la sembradora

1.- Colocación de semilla:

Se tiene que colocar la semilla hasta la tercera parte de la tolva 4.5 Kg aproximadamente, no se tiene que llenar en su totalidad para evitar atascamientos, y a la vez disminuir el desperdicio de semilla.

2.- Barrenadora:

Se tiene que regular el marcador de surcos de acuerdo a la distancia utilizada por el productor. Distancia recomendada (40-60 cm).

3.- Profundidad del surco

Seleccionar la profundidad del surcador, de acuerdo a la regleta, a la cual deseamos que la semilla sea sembrada.

4.- Cadena tapadora

Revisar periódicamente que la cadena que va recubriendo la semilla con el suelo preparado no se encuentre doblada o atrancada, dejando expuestas a las semillas.

Al finalizar la siembra

1.- Limpieza de equipo:

Se tiene que limpiar el equipo, lavar la tolva y el disco con un detergente suave de vajilla y dejarlos secar.

La demás estructura de la sembradora se recomienda limpiarla en seco o con la ayuda de un paño húmedo.

2.- Almacenamiento de la sembradora:

Las sembradoras tienen que ser guardadas en lugares que no sean húmedos y que este bajo techo. Ya que al aire libre se puede deteriorar el equipo.



ANEXO A	MANUAL DE USUARIO	6 de 6
----------------	--------------------------	---------------

MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA SEMBRADORA DE QUINUA

- Se tiene que cambiar la cadena cada año debido al desgaste que se produce al utilizar el equipo.
- Se recomienda cambiar la tolva cada 2 años ya que con el continuo lavado y secado, produce el desgaste del acero y esto va a generar pequeños orificios y grietas por donde puede existir pérdida de semilla.
- Las ruedas del equipo se recomiendan cambiar cada 2 años debido al uso y desgaste que se produce al momento de la fricción con el suelo.
- El brazo marcador de surco se tiene que cambiar cada 5 años, ya que con el uso continuo se puede ir doblando y la marcación de surco dejaría de ser exacta.
- La tuerca de eje de la rueda trasera se recomienda cambiar cada 2 años, debido al desgaste que se produce al momento de girar la rueda y más con el polvo que ingresa en el interior de la misma.
- El disco de sembrado si son utilizados todos los días se recomienda cambiarlos cada 6 meses caso contrario el disco se los puede renovar cada año.
- Antes de lubricar la cadena limpiarla esto se debe hacer cada ocho horas de trabajo de la máquina.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Abril 2018 - Agosto 2018



ANEXO B	FOTOGRAFIA MÁQUINA	1 de 1
----------------	-------------------------------	---------------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Abril 2018 - Agosto 2018

