



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA:

**MÁQUINA SEMBRADORA DE ZANAHORIA QUE OPTIMICE LA
DISTRIBUCIÓN DE SEMILLA**

AUTOR:

Geovanny Alexander Chiriboga Ibujés

Ibarra – Ecuador

Diciembre 2015



MÁQUINA SEMBRADORA DE ZANAHORIA QUE OPTIMICE LA DISTRIBUCIÓN DE SEMILLA

Sr. Chiriboga Ibujés Geovanny Alexander¹ Ing. Arias Collaguazo Octavio Germán²

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador
shoshounico@yahoo.es, cga@utn.edu.ec

Resumen. – *El presente proyecto contempla el diseño y construcción de una máquina sembradora de zanahoria que optimice la distribución de semilla.*

En la actualidad se busca siempre alimentos de calidad, lo más naturales posibles y para lograr esto debemos iniciar desde la diseminación correcta de la planta de una forma adecuada que con el tiempo no afecte su desarrollo tanto en volumen como apariencia.

Con el uso de la sembradora bajarían los costos de producción, a esta ventaja se suma a que existe en la zona pequeños predios que se adaptarían al uso y beneficio de esta máquina. El diseño y su construcción guarda una relación positiva con respecto al cultivo calificado en la zona como habitual y que vienen siendo sembrados en un alto porcentaje; esta es una de las razones de mayor importancia que justifica la generación de trabajo y desarrollo de esta sembradora.

En datos tomados en la plantación de zanahoria se puede determinar que en ocho horas se siembran con lo menos siete personas un total de 100 m² siendo un trabajo muy bajo. Con la implementación de este sistema de control en la máquina sembradora se pretende alcanzar por lo menos un aumento de un 200% es decir con el mismo tiempo empleado sembrar el doble de lo establecido anteriormente.

Paralelamente es importante resaltar que en Ecuador no existen empresas destinadas a la construcción de este tipo de máquinas y su importación trae consigo inconvenientes en las tareas de mantenimiento, reparación y adquisición de repuestos en el mercado nacional. Este proyecto pretende resolver estos problemas.

En el desarrollo del trabajo se presenta un estudio de las alternativas de diseño de máquinas que permiten realizar este proceso, seguido de la selección de la alternativa más viable de acuerdo a ciertos parámetros establecidos.

Palabras Claves

Sembradora de zanahoria, semilla de hortalizas, estructura de la máquina, dosificador mecánico, zanahoria, diseño de la tolva.

1. Introducción.

La zanahoria es un producto muy apetecido tanto por su alto contenido de beta caroteno, el precursor de la vitamina A, así como también ser una fuente de vitaminas y minerales, es necesario una buena preparación de tierra de una profundidad de 25 a 30 cm para buena infiltración de agua, aeración de tierra y control de malezas, la siembra se lo realiza manualmente, manera que de una u otra forma logran el objetivo de siembra.

Actualmente la siembra de zanahoria se lo realiza utilizando una estaca de mano, al boleado o con sembradoras de precisión, lo que genera mucho tiempo, mayor inversión, requiere demasiado esfuerzo de las personas, factores que influyen en la diseminación de la planta.

Con la construcción y puesta en funcionamiento de una máquina sembradora de zanahoria se optimizará la distribución de la semilla además de proveer un trabajo preciso; para evitar después un raleo de 2 a 3 cm entre plantas, logrando así obviar a futuro el control de malezas, plagas, enfermedades principales de la zanahoria y que el sistema sea rápido, de fácil manipulación y la operación de una sola persona entregando así una mayor extensión de terreno plantado.

2. Descripción General del Sistema

En la actualidad la siembra de zanahoria es un proceso netamente manual en el que se utiliza mucho tiempo, el mismo que al disminuirse utilizando un proceso mecánico, repercute en tiempo que pueden dedicarse en mejorar otra etapa del beneficio, tal como el riego. Para realizar el diseño de la sembradora de zanahoria, se debe establecer:

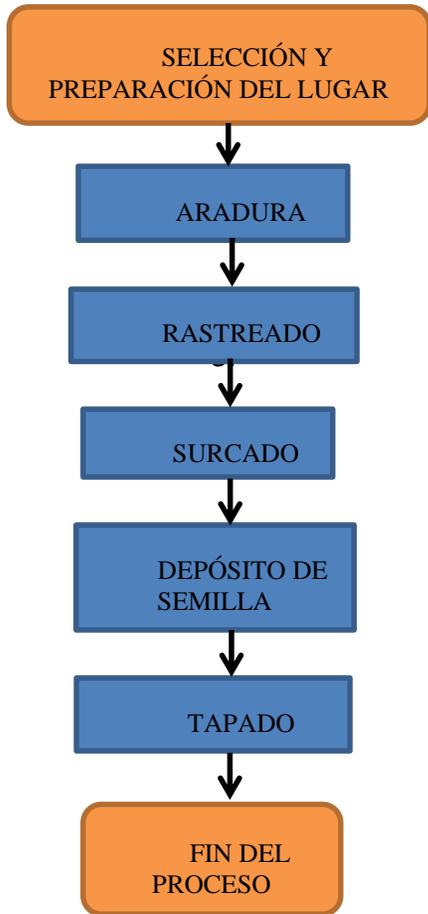


Figura 1: Flujograma del proceso de siembra de zanahoria

2.1 Profundidad de siembra

La profundidad de siembra debe adaptarse a las condiciones del suelo. En condiciones de crecimiento normales el tubérculo deberá estar entre los 5 a 10 cm como máximo de profundidad para que pueda tener éxito la germinación sin ninguna dificultad. En la siguiente figura se determinan los siguientes parámetros:

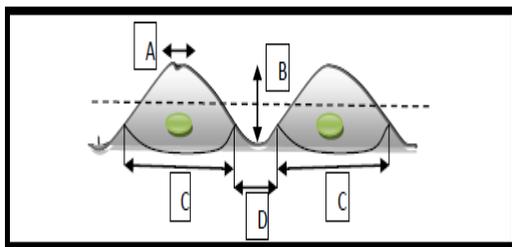


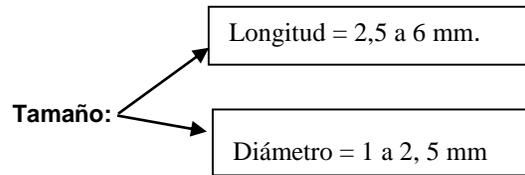
Figura 2: Longitud, altura, diámetro del surco para siembra

- A = longitud de rayado del abre surco (4 a 8 cm).
- B = altura del surco (20 a 25 cm).
- C = diámetro surco (22 a 27 cm).
- D = longitud de riego.

2.2 Semilla

Cantidad: lata x 500.000 semillas.
Siembra directa: 4 a 8 kg.

Semillas por gramo: 800 a 1200.



2.3 Formulación de alternativas

Las alternativas que se plantean a continuación son el resultado de algunas ideas originadas en el estudio de campo y se hallan determinadas en base a los parámetros de diseño y funciones antes anotados.

Tabla 1: Características de entrada (suelo compactado)

ENTRADA: SUELO		
VARIABLES DE ENTRADA	LIMITACIONES DE ENTRADA	CONDICIÓN
Resistencia de suelo Tipo de semilla Ancho de labrado Profundidad de labrado	No muy compacto Tipo gramíneas No mayor de 10 cm No mayor de 10 cm	$\gamma_a < 1,9 \text{ gr / cm}^3$ $2,5\text{mm} \leq L \leq 6 \text{ mm}$ $a \leq 10 \text{ cm}$ $p \leq 10 \text{ cm}$

Tabla 2: Características de salida (suelo labrado)

SALIDA: SUELO LABRADO		
VARIABLE DE SALIDA	LIMITACIONES DE SALIDA	CONDICIÓN
Suelo con densidad aparente menor que a la entrada. Grado de cubrimiento de la semilla.	Densidad aparente debe ser menor que el 30%. La semilla queda cubierta entre un (60 - 90) %.	$\gamma_1 < 30 \%$ (γ_a entrada) $\gamma_2 > (60 - 90)\% \text{ V. semilla}$

2.4 Diseño Mecánico de la Estructura y los Mecanismos

Se describe el diseño, la estructura y mecanismos de la máquina tomando en cuenta las condiciones mencionadas. La eficiencia óptima de la sembradora

2.6.2 Trabajo con Carga de la Sembradora de Zanahoria

En esta prueba se verifica la capacidad y calidad de la siembra de la máquina.

Tabla 4: Trabajo con carga de la sembradora de zanahoria

NÚMERO DE SEMILLAS POR METRO (m)	DIÁMETRO DE LOS ORIFICIOS (φ)			
	Orificio 1 (2mm)	Orificio 2 (4 mm)	Orificio 3 (6 mm)	Orificio 4 (14 mm)
1	58	124	189	450
2	121	256	386	906
3	184	386	572	1354
4	238	504	765	1809
5	294	627	954	2296

2.6.3 Análisis de Resultados

Aquí se analiza cuáles son los inconvenientes encontrados cuando se realizó el trabajo en vacío y trabajo con carga de la sembradora de zanahoria.

Cuando se realizó el trabajo en vacío de la sembradora de zanahoria se analizaron las diferentes partes por las cuales está constituida como es el caso de la tolva aquí no existieron problemas porque el límite de diseño era de almacenar en su interior la cantidad de 1,5 kg y esta supera dicho parámetro, en el caso del bastidor como las fuerzas ejercidas no superan la resistencia del material el rozamiento existente entre el abresuros y la tierra es sumamente inferior lo que permite el desempeño óptimo, en el caso del tren cinemático en un principio no se podía hacer el avance de la máquina porque la parte que conforman las llantas con el bastidor estaban sumamente ajustadas, se realizaba el movimiento de la máquina y esta cuando se encontraba en terrenos con dificultades como terrones o restos de malezas tendía a mover a todo el conjunto por lo que se volvió a reajustar las llantas dejando un juego de movimiento entre ellas si la una fallaba la vibración que esta genera solo se queda en la parte que se produce así no afectando al resto del sistema, de igual manera el órgano de distribución trabaja sin alteraciones alguna ya que se encuentra bien sujeto a la cadena accediendo rotar circularmente con el peso de la semilla, como el sistema es directamente proporcional a la máquina si esta se mueve la semilla sale al exterior.

El cubridor de semilla en un principio era un neumático pero resulto muy pesado haciendo que los surcos queden borrados, no se identificaba dónde estaba la semilla y no permitía el paso del agua para que estas germinen, el cambio fue lo siguiente realizarlo en forma circular pero con un espesor de 6 mm entonces realizaba el tapado pero mantenía la forma inicial del surco.

Y por último para que no existan problemas a futuro se debe realizar el mantenimiento preventivo que consiste en engrasar todas las partes donde están los ejes y la cadena, verificar si el desgaste de las cerdas del órgano de distribución se encuentra en perfectas condiciones o sino realizar su cambio porque por estas pueden ya no empujar la suficiente semilla.

2.7 Conclusiones

Mediante un estudio de campo que se llevó a cabo durante un año se pudo determinar los métodos existentes de siembra de zanahoria más comunes que son al boleado, una estaca de mano y sembradoras de precisión. En estos procesos el valor económico son muy altos porque intervienen alimentación a los trabajadores (desayuno, almuerzo), transporte de los mismos y pago de mano de obra.

La máquina sembradora de zanahoria tiene un rendimiento del 200 % porque fue diseñada y construida para sembrar 1.5 kg (3,3 libras de semilla) en dos horas y cuarenta minutos por esta razón duplica la extensión de terreno en el mismo tiempo y con tan solo una persona quien la manipule gracias a los parámetros de diseño que fueron tomados en cuenta como son que no debía de existir consumo de energía a combustión, fácil mantenimiento y operación.

Para el diseño de la máquina sembradora se basó en todas las normas ISO 4254 las que manifiestan los materiales a utilizarse para su construcción, de igual manera utilizando el software Autodesk Inventor Professional 2014 con las herramientas análisis de tensión y de estructura se analizó las piezas que contienen partes críticas como son en el caso del eje dosificador con un factor de seguridad máximo de 5,34; en el caso del abresurcos mediante el criterio de diseño de Goodman se obtuvo un factor de seguridad de 14,71; brazos de empuje de la máquina



obteniéndose un desplazamiento que sufrirá un máximo de 0,02043 mm y un mínimo de 0 mm mediante cálculo realizado por la Tensión de Von Mises, para el bastidor un factor de seguridad de 8,13 mediante el criterio de diseño de Goodman sobreentendiéndose que cuenta con un alto grado de confiabilidad y el factor de resistencia de la soldadura máximo es 8,45 mediante la utilización del electrodo E6011 por lo que es resistente para esta aplicación.

En la construcción se debe tomar en cuenta el diámetro 11,5 mm del eje del dosificador para la selección de los rodamientos que van en el interior de la tolva porque van sujetos y engrasados para su durabilidad, otro factor que hay que tomar en cuenta es en la construcción del abresurcos en la parte de la inclinación de la reja que es de 183,5° y 1,9 mm de diámetro porque es la esencia del rayado, si fuera con un diámetro mayor borraría el surco y se acumularían sobras de malezas de los terrenos ya que a la velocidad de avance chocarían y se irían acumulando una sobre otra impidiendo un desempeño óptimo de la máquina, claro no suele pasar siempre sino que depende de la superficie donde se este trabajando. La máquina puede ser usada no solo para sembrar zanahoria sino también para semillas que estén dentro de los límites establecidos de los diámetros del dosificador estos pueden ser, col, rábano, remolacha, lechuga etc.

En las pruebas de verificación y calibración apareció cierto inconveniente como es el siguiente: si los neumáticos están sumamente ajustados al bastidor el sistema se hace uno solo, cuando se encuentre en condiciones no favorables para la siembra el hecho de que una rueda choque con impurezas la reacción que se produce es que salta la máquina impidiendo un rayado continuo, por lo que en las pruebas de ensayo dio mejor resultado que exista un juego entre eje – neumático así se obvia el inconveniente.

2.8 Recomendaciones

Para una óptima germinación de la semilla de zanahoria influyen diferentes factores como son, la superficie del suelo, preparación de nutrientes orgánicos e inorgánicos, cabe destacar la velocidad con la que el operador realiza la siembra, el diámetro de selección de salida de semilla, estos son factores de los cuales depende su germinación.

Se recomienda calibrar el dosificador según a la cantidad de salida de semilla que se requiera por el agricultor ya que es un sistema arbitrario es decir esto depende del propietario, si es para la comercialización o para alimentación ganadera.

Verificar que todo el sistema de distribución este acoplado al eje para que pueda girar cuando se realiza el avance de la máquina (tren cinemático). Al momento de poner la máquina en funcionamiento es aconsejable revisar todos los componentes para verificar que se encuentren funcionando de manera óptima, lo que quiere decir rodamientos lubricados, estructura bien acoplada y sujeta, cadena templada, etc.

Según las horas de operación de la máquina, cambiar las cerdas sintéticas (brochas) porque existen desgastes ocasionados por el rozamiento de la semilla y el material de la tolva.

3 Referencias Bibliográficas

- [1] Faires, M. (2003). *Diseño de Elementos de Máquinas*. México: Limusa.
- [2] Parker. (2000). *Neumática Industrial*. (4ta ed.). México.
- [3] MC Cormac, Jack. (2005). *Análisis de Estructuras*. (3ra ed.). México: Prentice Hall.
- [4] Terradonis, *Sembradoras de Precisión*. ICS. La Jarrie – Francia.
- [5] Ismith, William; F. & Hashemi; Javad. (2006). *Fundamentos de La Ciencia e Ingeniería de Materiales*. (3ra ed.).
- [6] Riley, William F. (1996) *Ingeniería Mecánica Estática*.
- [7] Robert L. Norton. (1999). *Diseño de Máquina*.
- [8] Fitzgerald, M. (2007) *Mecánica De Materiales*. Edición Revisada.
- [9] Caplab, (2001). *Manual de Soldadura Universal*. (2da ed).
- [10] Mir, Zinoviev, V. (2003); *Teoría de los Mecanismos*. (1era ed).
- [11] Shigley, C.R. Mische. (2002). *“Diseño en ingeniería mecánica”*. McGraw-Hill. México.
- [12] Hibbeler, R. (2003). *“Mecánica para ingenieros, Estática”*. CECSA. México.



[13] Hibbeler, R.C. (2010). *Ingeniería Mecánica Estática*. Pearson Education.

[14] Hibbeler, C.; Rusell. (2010). *Ingeniería Mecánica Dinámica*. Pearson Education.

[15] Wolf, John; T, & Beer, Ferdinand; P, Johnston, Jr; E, Rusell. (2010). *Mecánica de*

[16] Goodno, Barry; & Gere, James; M. (2009). *Mecánica de Materiales*. Cengage

[17] Millan, Gomez; Simon. (2006). *Procedimientos de Mecanizado*. Thomson.

[18] Hesel, Jay; D, Short, & Jensen, Dennis; Cecil. (2004). *Dibujo y Diseño en Ingeniería*.

[19] Hashemi, Smith; Javad, William. (2006). *Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales*. McGraw-Hill.

[20] Krar, Steve; F., & Gill, Arthur. (2009). *Tecnología de las Maquinas Herramientas*.

4. Artículos

[21] Gaínza, Jose; Pérez De Ciriza, Jesús. (2003). *La Sembradora de Chorrillo*. Nickerson. Pamplona- Huesca, Km.1231470 ELORZ (Navarra).

[22] Lobo. (2010). *Sembradoras Principios y Características*.

[23] Baker, Jhon; C, *Modelos de Sembradoras y de Sembradoras de Precisión para Labranza cero – Maquinas para Trabajo en gran Escala*.

[24] Electrodo Infra. (2010). *Manual de Electrodo para Soldar*. AnsiRab.

5. Linkografía

[25] Obraweb. (2005). *Sembradoras de precisión industriales*. Recuperado: http://www.obraweb.com/browse_items.aspx?ctl_id=1&cat_stitle=lamigal&productlevel=1&levelone=0&cat_parent_id=6410.

[26] Scribd. (2009). *Transmisiones*. Recuperado: <http://www.scribd.com/doc/25882475/TRANSMISION-MECANICA>.

[27] Infoagro. (2011). Recuperado: <http://www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm>.

[27] Terradonis. Recuperado: <http://www.terradonis.com/es-sembradoras-hortícolas-semillas-pequeñas.php?lg=es>.

[28] Fasilisimo.com. (2008). *Documentales Sembradores*. Recuperado: http://bricolaje.fasilisimo.com/reportajes/carpintería/muebles-de-madera/una-sembradora-paso_190377.html.

Geovanny A. Chiriboga I., Autor

Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte

Arias O., Autor



Docente de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte