

*“Año del fortalecimiento de la soberanía nacional”*

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
(Creada por Ley N° 25265)



**ESCUELA DE POSGRADO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**UNIDAD DE POSGRADO**

**TESIS**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO  
SEMIMECÁNICO DE COSECHADORA DE  
ZANAHORIAS PARA EL VALLE DEL MANTARO**

Línea de investigación: **GESTIÓN AGROPECUARIA**

**PRESENTADO POR:**

**Mtro. CARLOS RAÚL VERÁSTEGUI ROJAS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**HUANCAVELICA – PERÚ**

**2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA**

(Creado por la ley N°25265)

**ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

(APROBADO CON RESOLUCION N°736-2005-ANR)



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Ante el jurado conformado por los docentes: Dr. David, RUIZ VILCHEZ, Dr. Jaime Antonio, RUIZ BEJAR Y Dr. Alfonso, RUIZ RODRÍGUEZ.

Asesor: Dr. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO.

De conformidad al reglamento único de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica, aprobado mediante Resolución N° 330-2019-CU-UNH y modificado con resolución N°552-2021-CU-UNH; y la Directiva de Sustentación Sincrónica de Tesis de los Estudiantes de Maestría y Doctorado de las Unidades de posgrado de las Facultades Integrantes de la Universidad Nacional de Huancavelica en el Marco del Estado de Emergencia covid-19, aprobado con Resolución Directoral N° 340-2020-CU-UNH.

EL candidato al GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS, Don Mtro. Carlos Raúl, VERASTEGUI ROJAS procedió a sustentar su trabajo de investigación titulado: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO SEMIMECANICO DE COSECHADORA DE ZANAHORIAS PARA EL VALLE DEL MANTARO"

Luego, de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los miembros del jurado, se dio por concluido al ACTO de sustentación de forma síncrona, realizándose la deliberación, calificación y resultando:

Con el calificativo: Aprobado  X Por: UNANIMIDAD  
Desaprobado

Y para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad Acobamba, a los veinte días del mes de octubre del año 2022.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. David, RUIZ VILCHEZ  
Presidente  
ORCID: 0000-0001-8871-5833  
DNI: 20033973

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jaime Antonio, RUIZ BEJAR  
Secretario del jurado  
ORCID: 0000-0002-0446-8458  
DNI: 09812690

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alfonso, RUIZ RODRÍGUEZ  
Vocal  
ORCID: 0000-0002-0852-5878  
DNI: 23641445

# **ASESOR:**

**Dr. EFRAÍN DAVID ESTEBAN NOLBERTO**

CODIGO ORCID: 0000-0002-5178-2407

D.N.I. N° 22497743

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante en mi desarrollo profesional; a mi madre por ser el pilar más importante y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional; a mi padre que desde lo alto depara bendiciones sintiendo siempre que está conmigo y sé que este momento hubiera sido tan especial para el como lo es para mí. A mis queridos hijos motivación principal; a mi apreciada hermana, y a todas aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, fuentes vivas que fortalecieron mi corazón e iluminaron mi mente y por haber estado en mi camino y me brindaron su cooperación desinteresada para hacer posible la finalización de este modesto proyecto de escalar un peldaño más en la noble carrera profesional de la Agronomía.

**Carlos Verástegui**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación nace del problema que ocasiona los altos costos en el proceso de la cosecha manual de la zanahoria y los daños físicos que se causan en ella, con el objetivo diseñar, construir y evaluar un prototipo de cosechadora de zanahorias para el Valle del Mantaro, con la hipótesis planteada de mejorar y optimizar la gestión de cosechas de zanahorias, siendo una alternativa de solución a falta de un implemento agrícola adecuado para esta actividad; donde la metodología de la investigación utilizada fue experimental con tecnologías apropiadas en su diseño considerando los factores técnicos, económicos, ambientales y socioculturales de la zona en que se utilizará dicho implemento agrícola, así como su sostenibilidad en el tiempo, adecuando a las necesidades, recursos y características de los campos de cultivo y del productor. La prueba de campo del prototipo tirado por tractores agrícolas demostró eficiencia en su construcción y determinó el tiempo estimado de cosecha de zanahorias en una jornada de trabajo (8 horas) para  $1 \text{ ha}^{-1}$ , arrancando del suelo para ser trasladado al lavadero, tan solo con 25 jornales en promedio, reduciéndose en un 50% este requerimiento de personal y minimizándose los daños físicos hasta un 5%, elevando el estimado de la relación costo beneficio a 0.6 (+). Comportándose el prototipo de manera óptima a pesar de la influencia de los diferentes tipos de suelo, humedad, densidad y sistemas de siembra, de las distintas parcelas de producción ubicadas en cada uno de los distritos elegidos en el Valle del Mantaro.

**Palabras clave:** Versatilidad, semimecánico, prototipo, densidad, sostenibilidad.

## ABSTRACT

The present research work arises from the problem caused by the high costs in the process of manual carrot harvesting and the physical damage that is caused in it, with the aim of designing, building and evaluating a prototype carrot harvester for the Valley. del Mantaro, with the proposed hypothesis of improving and optimizing the management of carrot harvests, being an alternative solution in the absence of an adequate agricultural implement for this activity; where the research methodology used was experimental with appropriate technologies in its design considering the technical, economic, environmental and sociocultural factors of the area in which said agricultural implement will be used, as well as its sustainability over time, adapting to the needs, resources and characteristics of the cultivation fields and the producer. The field test of the prototype pulled by agricultural tractors demonstrated efficiency in its construction and determined the estimated time of harvesting carrots in a work day (8 hours) for 1 ha<sup>-1</sup>, pulling up from the ground to be transferred to the laundry, just with 25 days on average, reducing this personnel requirement by 50% and minimizing physical damage by up to 5%, raising the estimate of the cost-benefit ratio to 0.6 (+). The prototype behaving optimally despite the influence of the different types of soil, humidity, density and planting systems, of the different production plots located in each of the chosen districts in the Mantaro Valley.

**Keywords:** Versatility, semi-mechanical, prototype, density, sustainability.

# ÍNDICE

Portada	
Acta de sustentación	
Nombre del Asesor	iii
Dedicatoria	iv
Resumen	v
Abstrac (Key words)	vi
Índice	vii
Introducción	xi
<b>CAPITULO I. EL PROBLEMA</b>	
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos, general y específicos	13
1.4 Justificación	14
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la investigación	15
2.1.1. Antecedentes internacionales	15
2.1.2. Datos disponibles de cosechadoras de zanahoria	20
2.1.3. Antecedentes nacionales	21
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. Cultivo de la Zanahoria	23
2.2.1.1. Manejo agronómico del cultivo	26
2.2.1.2. Cosechas de zanahorias en el Valle del Mantaro-Junín	28
2.2.2. El tractor agrícola	30
2.2.3. Aperos o implementos agrícolas	30
2.2.4. Diseños de máquinas y equipos agrícolas	31
2.2.4.1. Proceso de diseño	33
2.2.4.2. Contenidos específicos en un diseño	34
2. 2.5. Definición del producto	35
2.3. Marco conceptual	36
2.3.1. Cosecha semimecanizada	37
2.3.2. Cosecha mecanizada	38
2.3.3. Evaluación de viabilidad del proyecto	38
2.3.4. Diseño preliminar del proyecto	39
2.3.5. Diseño detallado del proyecto	40
2.3.6. Despliegue de la función de calidad (QFD)	43
2.3.7. Requerimiento de matriz de interrelación	44
2.3.8. Ingeniería de valor (VE)	45
2.3.9. Referencia dela zona a desarrollarse el proyecto	46
2.3.9.1. El Valle del Mantaro	46
2.3.9.2. Un vistazo a la agricultura en el Valle del Mantaro	48
	vii

2.4 Marco filosófico	49
2.4.1. Concepción del proyecto: Alternativa de solución al problema	50
2.5. Definición de términos	51
2.6. Formulación de hipótesis	53
2.7. Identificación de variables	53
2.8. Definición operativa de variables e indicadores	54

### **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de la investigación	55
3.2. Nivel de investigación	55
3.3. Método de investigación	55
3.4. Diseño de investigación	56
3.5. Población, muestra y muestreo	56
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
3.6.1. técnicas de recolección de datos	57
3.6.2. Procedimiento para la recopilación de datos	58
3.6.2.1. En la parte experimental	58
3.6.2.2. En la parte descriptiva	58
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	58
3.8. Descripción de la prueba de hipótesis	59

### **CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Presentación e interpretación de datos	60
4.1.1. Determinación de los parámetros para diseñar la construcción del prototipo de cosechadora semimecánica de zanahorias	61
4.1.2. Diseño y construcción del modelo del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria	62
4.1.2.1. Módulos componentes del prototipo	62
4.1.2.2. Características de los módulos componentes del prototipo.	66
4.1.3. Evaluación del funcionamiento del prototipo de cosechadora de zanahoria	70
4.1.4. Análisis económico comparativo de los costos de cosecha de zanahoria, manual con el nuevo prototipo semimecánico	71
4.1.5. Análisis económico de la fabricación del prototipo de cosechadora de z.	72
4.2. Discusión de resultados	74
4.2.1. Determinación de los parámetros para diseñar la construcción del prototipo de cosechadora semimecánica de zanahorias	74
4.2.2. Diseño y construcción del modelo del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias	75
4.2.3. Evaluación del funcionamiento del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias	76
4.2.4. Análisis económico de los costos de cosecha de la zanahoria con el nuevo prototipo semimecánico y la forma tradicional manual	78
4.2.5. Análisis económico de la fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias	78

4.3. Prueba de Hipótesis	79
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS:	85
Matriz de consistencia	
Instrumentos de recolección de datos	
Base de datos	
Artículo científico	

## Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros de diseño para la construcción de la cosechadora de zanahoria	61
Tabla 2. Descripción de características de los módulos componentes del prototipo	66
Tabla 3. Costos de cosecha de zanahorias por Hectárea Manualmente	71
Tabla 4. Costos de cosecha de zanahorias por ha <sup>-1</sup> con el prototipo semimecánico	71
Tabla 5. Costos de la materia prima	72
Tabla 6. Costos de mano de obra	73
Tabla 7. Costos de ingeniería	73
Tabla 8. Costos totales	73

## Índice de figuras

Figura 1. Cohechadora de zanahorias con cuchillas arrancadoras	15
Figura 2. Arrancadoras-limpiadoras cargadoras	16
Figura 3. Cosechadoras de zanahorias por tracción	17
Figura 4. Cosechadora de Asa Lift	18
Figura 5. Arrancadoras por el tallo para zanahorias	19
Figura 6. Arrancadoras de reja para zanahorias	19
Figura 7. Maquinaria para la cosecha de zanahorias para los agricultores de Sicaya.	21
Figura 8. Cosechadora de zanahorias con surcadora de brazo rígidos	22
Figura 9. Cosechadora d zanahorias de 3 brazos rígidos con aletas	23
Figura 10. Cultivo de zanahoria en Sicaya (Pamparca)	24
Figura 11. Estados fenológicos de la zanahoria como cultivo bianual	25
Figura 12. Cosecha de zanahoria de manera manual artesanalmente	29
Figura 13. Estructura de diseño según la norma alemana VDI 2221	42
Figura 14. Ubicación del Valle del Mantaro	47
Figura 15. Corte de follaje de zanahoria	51
Figura 16. Arrancado de zanahoria con pico	51
Figura 17. Mapa del Valle del Mantaro	60
Figura 18. Local de la industria Huamaní- Sicaya	61
Figura 19. Prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias y sus partes	62
Figura 20. Módulo de aflojado y de levante del suelo de producto	62
Figura 21. Chasis de soporte de cosechadora	63
Figura 22. Cadena transportadora de producto de la cosechadora de zanahorias	63
Figura 23. Piñones y eje de rotación de la cadena transportadora	64
Figura 24. Motor hidráulico de rotación de la cadena transportadora	64
Figura 25. Chupones metálicos de acople al tractor y regulador de caudal de aceite	65
Figura 26. Castillo de enganche de implemento agrícola de tres puntos	65
Figura 27. Módulos que componen el prototipo para su ensamblado	68
Figura 28. Vista real del prototipo de cosechadora de z. en contraste con el diseño	69

# INTRODUCCIÓN

La zanahoria, un cultivo que ha desarrollado un incremento significativo en su producción por su importancia en la dieta alimentaria, ha hecho que los agricultores dentro de sus múltiples actividades que realizan en el Valle del Mantaro de la región Junín, tienen previsto en su diversificación de sembríos incluir al cultivo de zanahoria como una alternativa económica productiva por su versatilidad al tipo de clima y su fácil manejo agronómico que lo hace atractivo; pero contrariamente demandan una actividad laboriosa al momento de la cosecha llamada también recolección, esta se inicia desde el corte del follaje, arrancado y recolección del suelo de la zanahoria, para luego trasladarlo al lavadero. Actualmente existen tres métodos de cosecha de zanahoria: la de manera tradicional e empírica con recolección con herramientas manuales (picos), la más empleada en el Valle del Mantaro en diferentes extensiones; la cosecha semimecánica, hecha con la rastra de brazos rígidos acoplados al tractor agrícola, pero su uso es muy reducido; y la recolección mecánica, muy desarrollada actualmente en otros países con realidades diferentes, pero no aplicable en la sierra del Perú especialmente en nuestro valle por el tipo de suelo, clima y época de cosecha. En el Valle del Mantaro existen una gama implementos agrícolas de labranza y forrajeros, mas no así para cosecha de raíces y bulbos, motivo suficiente para desarrollar el presente trabajo de investigación experimental “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO SEMIMECÁNICO DE COSECHADORA DE ZANAHORIAS PARA EL VALLE DEL MANTARO”, consistente en un levantador o extractor de zanahorias del surco con rejas y cadenas de rotación hidráulico, en alternativa a la cosecha tradicional; donde se investigó la eficiencia de uso del prototipo, analizando y comparando los costos de cosecha, el daño físico y tiempo de trabajo, concluyéndose que el prototipo en estudio se comportó óptimamente en su funcionamiento, reduciendo el daño físico y el tiempo de cosecha; por lo que se consolida la propuesta como una alternativa de mecanizar la cosecha de zanahorias en el “Valle del Mantaro” y posteriormente estudios similares puedan mejorarlo, perfeccionarlo y lograr obtener un nuevo modelo del apero que sería de mucha utilidad para los agricultores que realizan este trabajo.

# **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

## **1.1. Planteamiento del problema**

A través del tiempo, la tecnología y los avances científicos han sido un poderoso instrumento de desarrollo humano y reducción de la pobreza especialmente en el sector agrario, que adaptaron tecnologías al contexto y características de la población para su uso efectivo por parte de los productores agrícolas; y con respecto a la cosecha de zanahorias en el Valle del Mantaro de la región Junín a la fecha se viene realizando de manera tradicional manualmente con pico en un 90 % especialmente el arrancado de la raíz tuberosa, utilizando jornaleros los cuales encarecen el costo de producción del cultivo disminuyendo la rentabilidad hasta en un 50 % , sumándose a esto los daños físicos ocasionados a la raíz-tuberosa y el retraso de la cosecha por la poca disponibilidad de peones por la presencia de los programas sociales y la creciente tendencia de la gente del campo a emigrar a las ciudades en busca de trabajo que limitan la mano de obra cuando ésta se requiere, y muchas veces el producto (zanahoria) se pasa del punto de cosecha, malográndose por ataque de plagas y otros factores adversos. Actualmente la mecanización agrícola en nuestro país se ha vuelto indispensable e importante en todos los campos de la agricultura, y siendo la cosecha de zanahorias una de las actividades más laboriosas y costosas hasta hoy en el Valle del Mantaro, no se cuenta con un implemento agrícola apropiado para el arrancado de suelo de las raíces tuberosas, ocasionando este hecho pérdidas económicas que se ve reflejado en el costo beneficio. Por lo que se recurre a la urgente necesidad de la mecanización en esta actividad con el diseño y construcción de un prototipo de cosechadora de zanahorias semimecánico como alternativa de solución al problema.

## **1.2. Formulación del problema**

### **Problema general:**

¿De qué manera el diseño y construcción de un prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias de tracción motriz mejorará la gestión de la cosecha de zanahorias en el Valle del Mantaro de la región Junín?

### **Problemas específicos:**

1. ¿Cómo será el funcionamiento del prototipo de cosechadora de zanahorias para el Valle del Mantaro, región Junín?
2. ¿La cosecha de zanahorias con el uso del prototipo de cosechadora permitirá reducir los daños físicos, frente a la cosecha tradicional?
3. ¿El uso del prototipo de cosechadora semimecánico de zanahorias permitirá reducir los gastos de cosecha, frente a la cosecha tradicional?
4. ¿Cuáles serán los niveles de aceptación de los productores de zanahorias del Valle del Mantaro al uso del diseño y construcción del prototipo semi mecánico de cosechadora de zanahorias?

## **1.3. Objetivos:**

**General:** Diseñar, construir y evaluar el funcionamiento del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria de tracción motriz para el Valle del Mantaro en la región Junín.

### **Específicos:**

1. Determinar los parámetros para diseñar la construcción del prototipo de cosechadora semimecánico de zanahorias.
2. Diseñar y construir un modelo de prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias.
3. Evaluar el funcionamiento del prototipo semimecánico de cosechadora en el campo de producción de zanahorias.
4. Análisis económico de los costos de cosecha de la zanahoria con el prototipo de cosechadora semimecánico y la forma tradicional manual.
5. Análisis económico de fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias.

## 1.4. Justificación

**Económico:** La recolección de zanahorias en el momento de la cosecha ocasiona gastos económicos significativos para los productores, porque ellos asignan en promedio un 30% más de costos para pagar a los recolectores, lo que resulta mayores costos de producción y más tiempo invertido para realizar este tipo de trabajo, por lo que el nuevo el diseño y construcción del prototipo cosechadora de zanahorias semimecánico de tracción motriz optimizaron la cosecha en costos y tiempo.

**Ambiental:** Con la propuesta en marcha del referido proyecto de prototipo de cosechadora de zanahorias, por su forma de funcionar está incorporando al suelo el follaje de la zanahoria previamente cortada, como abono verde, así mismo realiza de manera indirecta un tipo de labranza primaria al suelo, a la vez controlando de manera mecánica algunas plagas y enfermedades del cultivo.

**Social:** La presente propuesta de cosechadora de zanahorias, es una alternativa de solución para optimizar y mejorar el proceso de recolección de la zanahoria, ya que los productores disminuirán su esfuerzo humano en esta actividad, y elevarán la productividad de cosecha al realizar este trabajo. Se optará por nuevas alternativas dentro del patrón de trabajo y costumbre.

**Técnico científico:** Debido a la limitada o falta de información bibliográfica actualmente disponible sobre los mecanismos y sus características para la cosecha mecanizada, lavado y clasificación de zanahorias en la sierra peruana, tampoco existen máquinas del tipo aplicable a esta región, se espera que, con el presente trabajo de cosechadora de zanahorias, y los resultados de la evaluación estaremos contribuyendo al desarrollo alternativo tecnológico local y nacional de la mecanización agrícola, pudiendo optimizary mejorar la cosecha de zanahoria del Valle del Mantaro en la región Junín.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales:

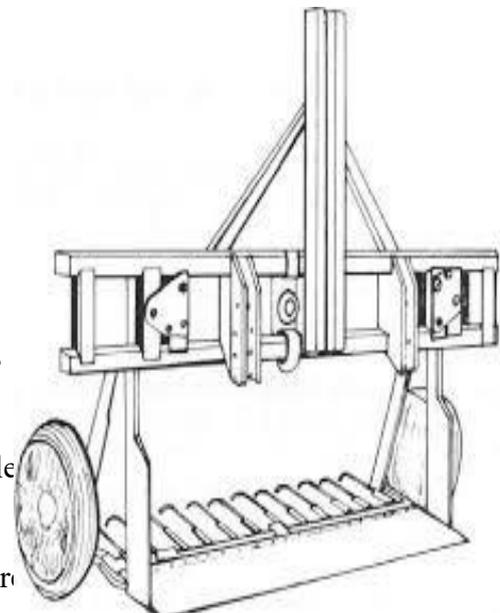
Piras, N. (1999) en su obra “Meccanizzazione cultura de lla carota” sobre la cosecha de zanahorias menciona que, del conjunto de operaciones mecánicas para el cultivo de la zanahoria, la recolección es la que requiere mayor contingente de mano de obra y, en consecuencia, la de mayor influencia en la rentabilidad del cultivo. Para la recolección es necesario, cortar follaje, arrancar el bulbo, agrupar, etc. Estas operaciones puede hacerlas una sola maquina o bien varias máquinas, y para ello es necesario que el terreno esté libre de malas hierbas, pero muy especialmente al trabajar con máquinas integrales. En la actualidad el mercado ofrece las siguientes posibilidades para mecanizar la recolección:

- Cuchillas arrancadoras oscilantes o no.
- Arrancadoras-hileradoras.
- Arrancadoras-limpiadoras-cargadoras.
- Cosechadoras a tracción.
- Cosechadoras por empuje.

#### Las cuchillas arrancadoras:

levantan mediante una cuchilla de una o varias rejas, unida a un peine fijo u oscilante (fig. 1), dejando las raíces sobre el terreno. Maniobrable para otros cultivos hortícolas, (pudiendo justificarse su adquisición para huertos familiares).

La posterior recogida y carga de raíces se efectúa manualmente.

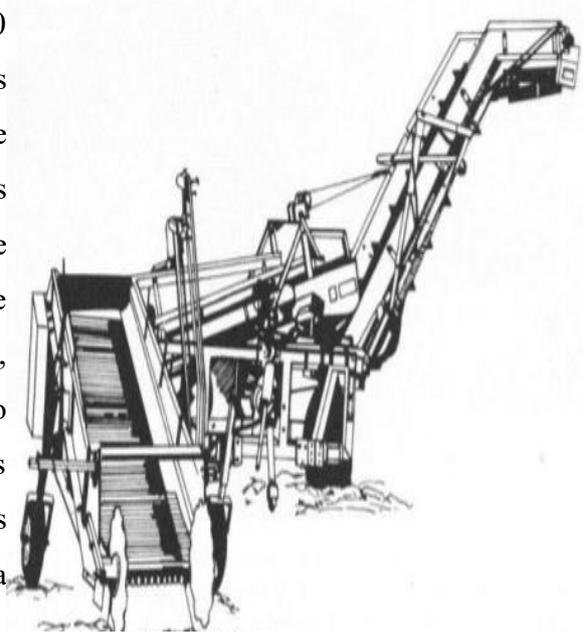


**Figura 1:** Cosechadora de zanahorias con cuchillas arrancadoras. Reportado por Piras, N (1999).

**Las arrancadoras-hileradoras:** trabajan de forma similar a las arrancadoras, dejando los surcos alineados en superficie. También en este caso la recogida y carga son manuales. Son las arrancadoras de patata adaptadas a la recolección de zanahorias la forma más habitual de trabajo.

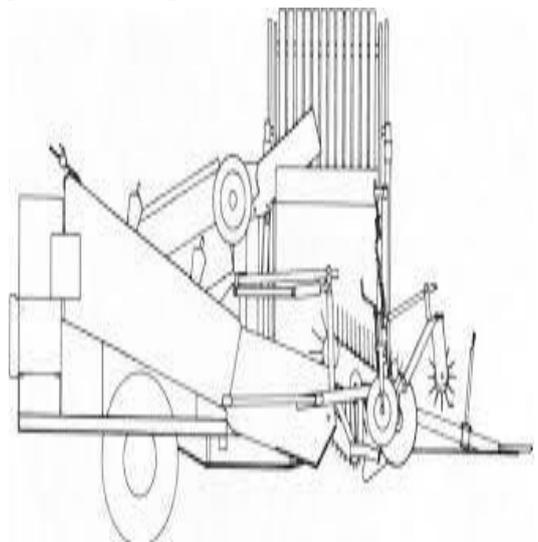
**Arrancadoras-limpiadoras-cargadoras** consiste en separar mediante dos discos la tierra que se encuentra a ambos lados de la planta, al tiempo que una reja desarraigadora trabajando por debajo de los surcos levanta el lomo dejado por los discos y los emboca en una cadena ascendente de barras metálicas revestidas de caucho y con una longitud suficiente para eliminar toda la tierra que entra en la maquina (mínimo 3,5 m.). Sin embargo, para reducir el tamaño de la misma y mejorar la limpieza algunos modelos incorporan rejillas vibrantes (figura 2). Una vez limpias pasan a una cinta que las transporta al remolque. Muchas marcas sustituyen la cinta por otra cadena de varillas-cangilones, mejorando con ello aún más la limpieza. Para

su trabajo requieren tractores de 45-60 kW., y su rendimiento en terrenos medios y condiciones normales es de 0.2-0.3 ha/h. Respecto a las cosechadoras, ya hemos dicho que existen dos tipos en cuanto a su forma de trabajo, por tracción y por empuje, pudiendo ser además arrastradas o autopropulsadas. La tendencia actual es a un desplazamiento gradual de las arrastradas por las autopropulsadas y a la utilización de sistemas hidráulicos, tanto para la traslación coma para el accionamiento.



**Figura 2:** Arrancadoras-limpiadoras cargadoras Reportado por Piras N (1999).

**Las cosechadoras por tracción:** Trabajan sujetando la planta por el follaje mediante dos correas prensoras de caucho enfrentadas (figura 3), con plano de contacto vertical e inclinadas para elevar la planta una vez desarraigada. Al mismo tiempo que la planta es tomada por el tallo, una reja penetra por debajo de las raíces y las arranca del suelo para que no ofrezcan resistencia a la tracción que sobre las hojas ejercen las correas. Una vez extraída la planta es conducida a la parte superior de la correa, donde actúa un mecanismo de rodillos excéntricos de barras que se encargan de eliminar las hojas por arranque al entrecruzarse en los rodillos. El follaje arrancado es arrojado al suelo lateralmente. Las zanahorias, una vez deshojadas, quedan sueltas, cayendo sobre una cadena de varillas donde se realiza la limpieza. Si el producto es destinado a la industria, pasa directamente a un transportador que lo descarga en el remolque o tolva. Si su destino es el consume en fresco, el producto pasa a una mesa de tría donde se seleccionan sobre dos cadenas paralelas, una de las cuales deja caer los destríos al suelo y la otra transporta el producto seleccionado a un dispositivo de ensacado o bien lo deposita a granel sobre remolque o tolva. Las maquinas arrastradas trabajan sobre una sola línea, necesitando para su arrastre y accionamiento un tractor coma mínimo de 40-60 kW., v llegando a capacidades de trabajo próximas a 10 ha/h.



**Figura 3:** Cosechadoras de zanahorias por tracción. Reportado por Piras N (1999)

**Las cosechadoras por empuje:** están especialmente pensadas para variedades de follaje poco frondoso o para recolecciones de invierno donde con facilidad se arrancan las hojas, permaneciendo la raíz en tierra. Pueden ser autopropulsadas, con motor próximo a 10 a 110 kW., de grandes dimensiones y alto precio, o bien arrastradas por tractor de 40-50 kW. La preparación del terreno debe ser idónea para su trabajo es en mesetas, aunque su eficiencia en ligeramente inclinado también resulta satisfactoria.

**<https://www.duijndam-machines.com/es/tipos/cosechadoras-de-zanahorias/>**

Esta publicación refiere a tres máquinas agrícolas para la pueden ser aperos suspendidos, aperos de trabajo por arrastre y/o Aperos movidos por la toma de fuerza.

Hay muchos tipos y modelos diferentes de cosechadoras de zanahorias en el mercado. El mejor equipo y/o modelo para el valle del Mantaro dependerá de las necesidades de capacidad y de los métodos de cultivo y cosecha.

**Las cosechadoras de Asa Lift (Grimme),  
Dewulf y Simón:**

Están disponibles en versión autopropulsadas, remolcadas o transportables de una a seis filas (figura 4). Las cosechadoras pueden equiparse con una tolva o un elevador de tolva y bolsas grandes. Sin embargo, la diferencia más importante es los diferentes métodos de cosecha más utilizados en la zanahoria desde la recolección más empleadas: con arranque por el tallo y con arranque con reja.



*Figura 4:* Cosechadora de Asa Lift.  
Reportado por: Duijdan Machines (2020)

- **Arrancadoras por el tallo para zanahorias:**

Se utiliza unas cosechadoras de tallos para cosechar zanahorias cultivadas en surcos o filas. Estas extractoras utilizan correas de goma acanaladas para sujetar el tallo verde de las zanahorias (figura 5). El tallo de las zanahorias es arrancado del suelo y la cuchilla empuja desde abajo la zanahoria para luego soltar la planta. Las zanahorias son introducidas en la máquina mediante las correas de presión, donde los tallos son cortados por una serie de cuchillas giratorias. Luego un agitador retira la tierra de las zanahorias con sacudidores, frotadores y cintas de cribado. Posteriormente, las zanahorias se transportan a la tolva o el elevador.



*Figura 5:* Arrancadoras por el tallo para zanahorias. Reportado por: Duijdan Machines (2020).

- **Arrancadoras de reja para zanahorias:**

Estos implementos agrícolas se usan para cosechar zanahorias cultivadas en hileras o surcos (figura 6). En la extracción con reja, se cortan las hojas de las zanahorias antes de cosecharlas. El corte de follaje se realiza con una segadora, o moto guadaña y se deja listo el lote para cosechar las zanahorias sin follaje. Una arrancadora de este tipo emplea una reja para sacar las zanahorias de la tierra desde abajo y las coloca en una cadena transportadora que retira la tierra de las zanahorias y, posteriormente, son colocadas directamente en cajones de 1 m<sup>3</sup>.



*Fig.6:* Arrancadoras de reja para zanahorias. Reportado por: Duijdan Machines (2020).

## **2.1.2. Datos disponibles de cosechadoras de zanahoria:**

**<https://www.duijndam-machines.com/es/tipos/cosechadoras-de-zanahorias/>**

Labowsky, H. J. (2009) Meccanization of carrot harvesting. Die industrielle Obst- und Gemuseverwenung. Refiere sobre la existencia de cosechadoras de zanahorias y las describe como:

### ***2.1.1.1. Cosechadoras a tracción:***

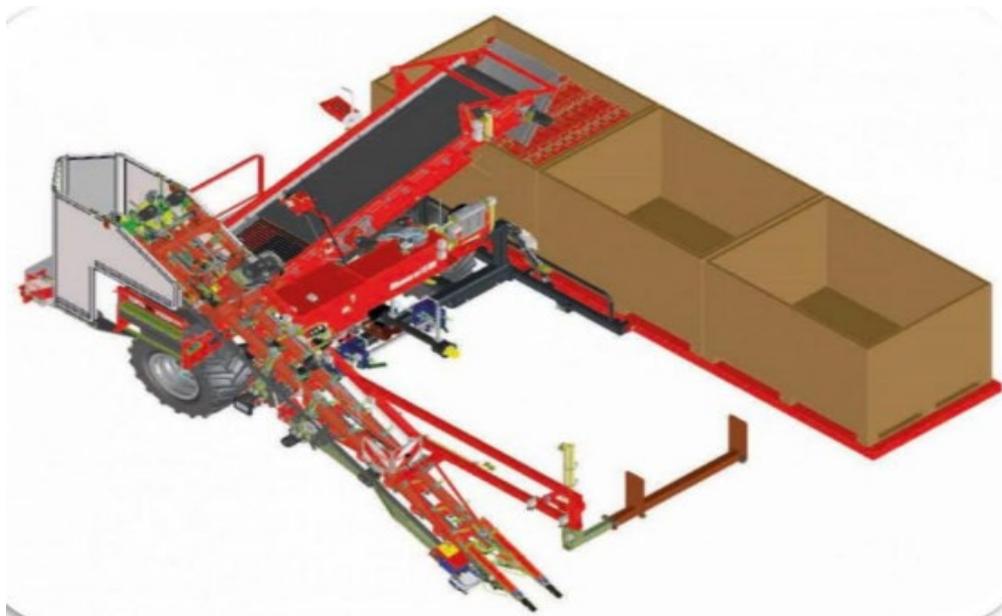
- ASA-LIFT, danesa. Trabaja sobre una línea. Presenta dos modelos, uno montado sobre tractor y otro automotriz.
- F.M.C., estadounidense. DOS modelos: Montado, una línea. Potencia necesaria 35-50 kW. Capacidad de trabajo 1&2,5 ha/día. Arrastrado: Dos líneas. Transmisión hidrostática y dirección asistida.
- JUKO, finlandesa. Una línea, arrastrada. Potencia necesaria I 20-35 kW. y peso 2.300 kg. MATHER + PLATT, inglesa. Dos líneas, autopropulsada; capacidad de trabajo 15-45 t/ha. SIMON, holandesa. Una línea. Tres modelos: arrastrado, montado y autopropulsado. Velocidad de trabajo 3-4 km/h.
- THIRECOD, danesa. Montada de una línea.

### ***2.1.1.2. Cosechadoras por empuje:***

- EXCELSIOR, holandesa. Ancho de trabajo 45 cm. Autopropulsada con motor de 60 kW. Velocidad de avance 0,3 km/h.
- JUKO; finlandesa. Una línea, arrastrada. Potencia necesaria 35-40 kW.
- MATHER + PLATT, inglesa. Ancho de trabajo 1.10 m. Autopropulsada con motor de 140 kW.
- SIMON, holandesa. Montada. Una línea.

### 2.1.3. Antecedentes nacionales:

Arotoma *et al.* (2010) describe: que el **Centro de emprendimiento Continental, presenta en la Feria Virtual de planes de Iniciativa Empresarial, la descripción de negocio llamado “Producción de maquinaria para la cosecha de zanahorias para los agricultores en el distrito de Sicaya”** (figura 7), donde oferta una máquina que está adaptada a un medio de transporte, que está dotada de una faja transportadora construida a base de aleación férrico de acero, hierro y carbono, aproximadamente de unos 3.5 metros con 20 centímetros y de un tráiler almacenador de unos 3.0 m de largo x 2.0 m de ancho y un tanque de 2.0 m x 2.5m, provista de llantas. La máquina es de color naranja, muestran las características creativas e innovadoras del producto donde combinará la cosechadora, lavadora y almacenadora de la zanahoria, todo esto en un solo proceso o cuerpo de la máquina. Así mismo refieren en su segmentación de mercado a los productores, del distrito de Sicaya, considerándolos demográficamente a los que cultivan menos de 0.5 has.



**Figura 7:** Maquinaria para la cosecha de zanahorias para los agricultores en el distrito de Sicaya.  
Reporta. Arotoma *et al.* (2010) CE., UC-Huancayo.

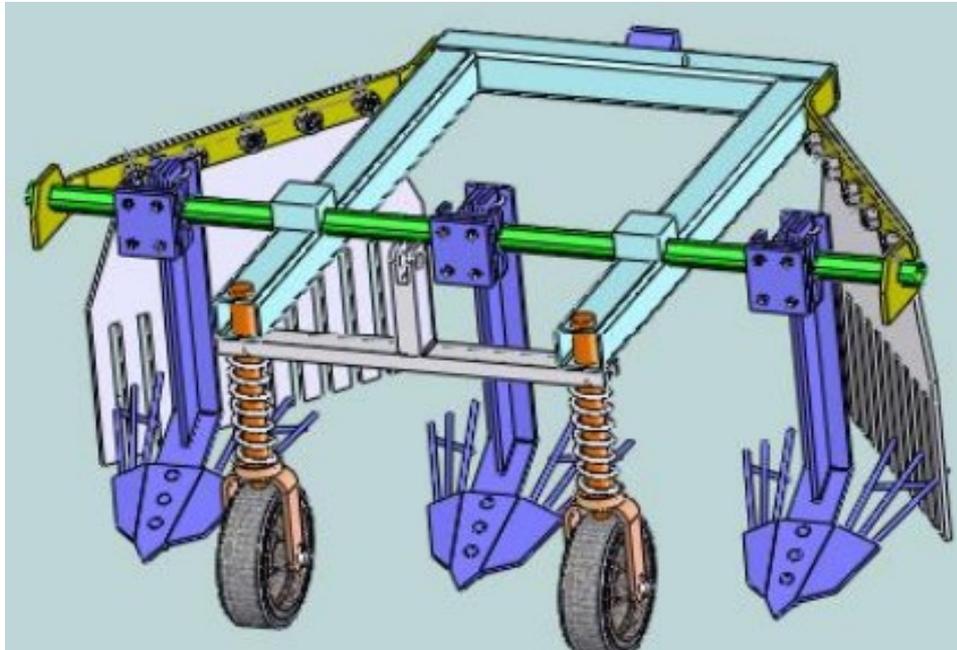
**César A. Díaz Gonzales (2021)** en su Tesis “**Manejo del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) cv. japonesa en el valle de cañete**”, describe acerca de la cosecha de zanahorias (fig. 8) que lo realizan con una surcadora de brazos rígidos y detalla el procedimiento señalando que : una vez se haya muestreado el suelo y se determine que este permita el ingreso del tractor, este debe ingresar con el implemento que se utiliza para realizar el surcado, las puntas deben ingresar a unos 40 cm de profundidad y deben pasar por el fondo del surco, de tal manera que al recorrer el lote estas suelten el suelo y las raíces puedan extraerse con facilidad por el personal capacitado para la selección.



**Figura 8:** Cosechadora de zanahorias con surcadora de brazo rígidos. Reportado César A. Díaz Gonzales (2021)

**Lazo Baltazar Breicio Daniel, Huatuco Gonzales Mario (2010)** en su tesis “**Diseño de una máquina cosechadora de zanahoria**”, mencionan que su investigación se ha centrado en estudiar la construcción de una máquina que pueda desarrollar la cosecha de la zanahoria en el Valle del Mantaro. Y para ello tuvieron que visitar en 5 oportunidades al lugar de dicha actividad, para tener una idea clara de sus propiedades, donde tomaron anotaciones como son características y parámetros que refleja la estructura funcional del momento de la cosecha, también conversaron con los productores de zanahorias para obtener una idea clara sobre características de la futura máquina, los resultados de entrevistas y encuestas fueron plasmadas en la lista de exigencias. Luego se desarrolló el diseño estructural de operatividad de la máquina de acorde a las actividades desarrolladas en la cosecha de la zanahoria, donde se clasificó y diferenció los procesos que va desarrollar la máquina. Mediante una matriz morfológica y la combinación en esta, se planteó tres conceptos de los cuales se eligió el más óptimo mediante una evaluación técnica-económica. Finalmente dimensionaron y seleccionaron el tipo de material de las partes de la máquina, empezando por las dimensiones básicas como son; dimensiones de los tablonces requeridas según la lista de exigencia., y el prototipo que propone (fig.9) y la más

acertada según sus simulaciones, evaluaciones, técnicas económicas y del factor de importancia es su alternativa propuesta número 3, el cual se grafica al pie.



**Figura 9:** Cosechadora d zanahorias de 3 brazos rígidos con aletas,  
Fuente: Lazo Baltazar Brecio Daniel, Huatuco Gonzales Mario (2010)

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Cultivo de zanahoria:

**Kehr M, E., & Bórquez B, C. (2010).** En su obra “**La Zanahoria como una hortaliza paraprocesamiento industrial**”, mencionan acerca de este cultivo de zanahoria lo siguiente:

**Origen:** La zanahoria es una especie originaria del Asia central y el mediterráneo. Ha sido cultivada y consumida desde antiguo por griegos y romanos. Durante los primeros años de su cultivo, las raíces de la zanahoria eran de color púrpura. El cambio a su actual color naranja se debe a las selecciones a mediados del siglo XVIII en Holanda, que aportó una gran cantidad de caroteno, el pigmento causante del color y que han sido base del material vegetal actual.

### **Morfología y taxonomía:**

Reino : Plantae

Filum : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Apiales

Familia : Umbeliferae

Género : Daucus

Especie :D. carota

Nombre científico: *Daucus carota* L.

Nombre común: Zanahoria

**Planta:** bianual. En el primer año de cultivo se forma una roseta de pocas hojas y la raíz. Luego de un período de descanso, se presenta un tallo corto en el que se forman las flores durante la segunda estación de crecimiento. (fig.10).

**Sistema radicular:** raíz napiforme, de diversas formas y colores de función almacenadora, y también presenta gran cantidad de raíces secundarias que son órganos de absorción de nutrientes y otros elementos. Poseen dos zonas bien definidas: una exterior, constituida principalmente por el floema secundario y otra exterior formada por la xilema y la médula. Las zanahorias más aceptadas son las que presentan gran proporción de corteza exterior, ya que la xilema es generalmente leñosa y sin sabor.

**Flores:** Son de color blanco, con largas brácteas en su base, agrupadas en inflorescencias de umbela compuesta.

**Fruto:** diaquenio soldado por su cara plana.



**Figura 10:** Cultivo de zanahoria en Sicaya (Pamparca) Fuente: INIA Santa Ana-Hyo.

**Julio Gaviola (2015), EEA. INTA “Cultivo de la zanahoria”.** Menciona sobre;  
**Material vegetal, tipos de zanahorias:**

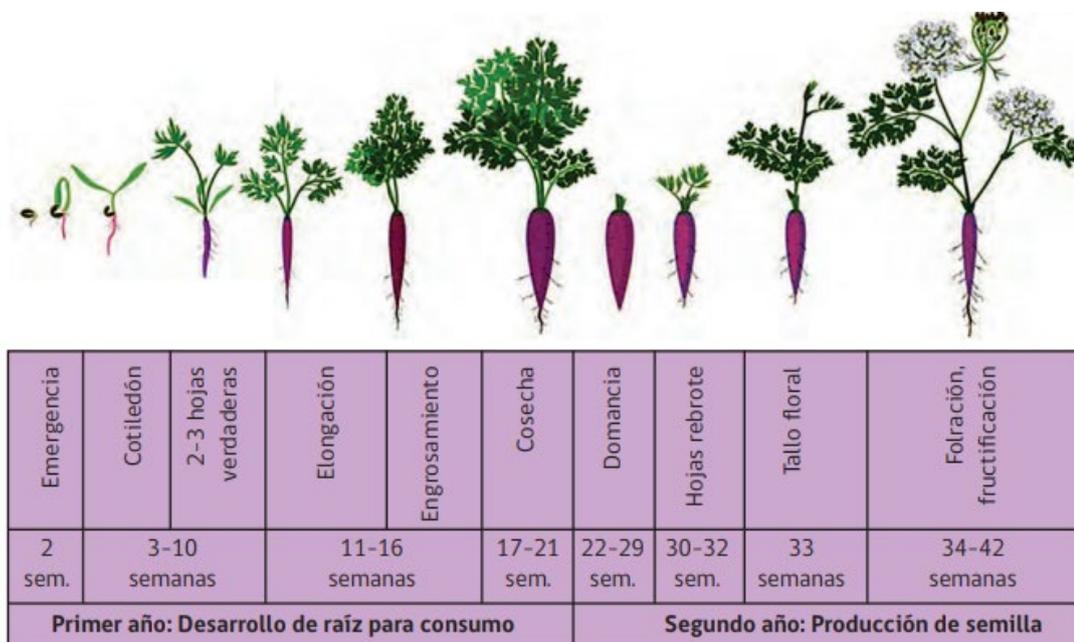
Zanahorias grandes: destinadas fundamentalmente a la transformación, pero también al producto crudo preparado y al producto fresco.

Zanahorias finas: lavadas y en manojos, para uso industrial, empleándose para ello variedades de tamaño alargado, que permite hacer de cada pieza varios trozos que mantienen la forma original, seguidamente se procede al envasado directamente en bolsitas pequeñas que son consumidas a modo de aperitivo. Este producto de cuarta gama funciona muy bien comercialmente.

Zanahorias en manojo: como producto de verano para su consumo en fresco. Se produce a lo largo del año. debe ser tierna y dulce, mientras que la zanahoria de lavado debe ser más resistente.

### Fenología del cultivo de zanahoria:

Producción de raíz como hortaliza y producción de semilla (fig.11)



**Figura 11:** Estados fenológicos de la zanahoria como cultivo bianual, las semanas pueden variar con la época de siembra y zona de cultivo. Fuente INIA -Donoso Huaral (2012)

### Variedades cultivadas:

**ANTARES:** se adapta a los cultivos de verano y otoño, especialmente en siembras de marzo a mayo. Su forma es cilíndrico-cónica, con resistencia a la rotura.

**BAYON F1:** variedad de tipo Ámsterdam de hoja fuerte, precoz, su terminación al principio no es completamente redonda.

**BOLERO:** variedad tipo Nantes, zanahoria alargada que se corta en varios trozos semejantes y se toma como aperitivo. Recomendada para las siembras de abril a junio en zonas frías.

CARSON F1: variedad tipo Chantenay, caracterizada por su raíz cónica.

DIAVA F1: recomendada para todo el periodo de zonas frías (agosto-enero) y principalmente para octubre a noviembre en zonas más cálidas.

GÉMINI: resistente a la humedad, uniformidad, precocidad y poco destrío.

KAROL: variedad precoz adaptada a los suelos ligeros.

KAROTAN: variedad de tipo Flakee, buena coloración externa e interna, resistente al rajado y a la recolección mecanizada.

MAESTRO: resistente a Alternaria y cavity spot. Tiene una equilibrada proporción de hoja y raíz.

MAJOR: variedad tolerante al frío gracias a su rebrote tardío.

NELSON: híbrido precoz tipo Nantes, de follaje fuerte, aptas para las primeras entregas en manojo y las producciones en verano como cosecha principal.

NENE: híbrido medio-precoz. Presenta una hoja fuerte, raíz lisa y fina y se cultiva en tierras que no son demasiado arenosas.

NIPPON: híbrido tipo Nantes de hoja fuerte y raíz larga.

PLUTO: para el cultivo de fin de primavera y verano, se adapta a terrenos ligeros y tiene un ciclo de vegetación rápida.

PREMIA: siembra entre febrero y marzo, y su recolección se localiza durante los meses de julio y agosto.

RIGA F1: variedad tipo Nantes de ciclo medio, recomendada para siembras de otoño.

SPLENDID F1: variedad de doble aptitud, precoz y con terminación muy redonda.

TEMPO: variedad de ciclo precoz, muy adaptada a los suelos arenosos.

TINO F1: variedad del tipo Nantes, cilíndrica, recta, lisa y larga, zanahoria de lavado con buena aptitud para la conservación, destaca por su rusticidad y elevados rendimientos. Siembran de agosto a diciembre en zonas templadas y de febrero a julio en zonas frías.

1901 F1: hoja fuerte, oscura y erguida, ideal para manojo, precoz, raíz muy lisa y especialmente indicada en suelos muy sueltos y fértiles.

#### **2.2.1.1. Manejo agronómico del cultivo:**

**INIA Donoso Huaral (2014), “Cultivo de zanahoria en el Perú”;** en sus publicaciones sobre el manejo agronómico de este cultivo refiere:

### **Preparación del terreno. -**

La preparación del suelo agrícola se realiza con una labranza profunda, seguida de la labranza secundaria de grabeo o rastrada. Los surcos o hileras o camellones de siembra se realizan con un rotovator o una surcadora de brazos rígidos y un nivelador adaptado dependiendo si el cultivo se realiza en llano, surcos o meseta. Normalmente suelen utilizarse surcos de 0.60.m y camellones de hundidos desde 0.80 a 1.20.

### **Siembra. -**

Se cultivan todo el año. Puede realizarse al voleo o en surcos ajustadas o agrupadas en bandas de 1, 2 ,3, 4 y 5 hileras, por bloques, donde se podrán emplear una cantidad promedio de unos 6.0 kg de semilla/ Ha., quedando la distancia definitiva entre plantas de 15 x 20 cm, lo que hace suponer que si se quedan a distancias inferiores tendrá que procederse al aclareo de plantas. La semilla deberá quedar a una profundidad de unos 5 mm. Para la instalación del cultivo de zanahoria después de una adecuada preparación de suelos, se procede al surcado y/ acamellonado, pudiendo ser estas últimas en camellones alzados o hundidos, considerando el tipo o sistema de riego a utilizarse en su momento, la frecuencia y el tipo de suelo. Estas pueden ser de diferentes distanciamientos entre bloqueos surcos siempre considerando el desarrollo de la corona de la zanahoria. En su gran mayoría los bloques son de 0.60 a 1.0 m, y los surcos están a una distancia promedio entre 0.15 y 0.40 m.

### **Riegos. -**

Es bastante exigente en riegos en cultivo de verano y especialmente cuando se siembra y en la época de maduración, con el fin de favorecer el engrosamiento de la raíz.

### **Cosecha y recolección de zanahoria. -**

La zanahoria es un cultivo anual y que se encuentra lista para ser cosechada entre las 17 a 21 semanas después de la siembra, previo a la cosecha es necesario verificar el diámetro de la raíz, el cual debe ser de 4 a 5 cm, y el punto de color. Es importante realizar la recolección cuando el suelo esté húmedo para que se facilite el arranque.

La cosecha de la zanahoria está determinada en gran medida por las necesidades del mercado, el cual determina el tamaño, calidad y en gran medida el cultivar que llene todas estas exigencias. El proceso de cosecha comienza con el corte de follaje de las plantas, el arrancado de las raíces y ensacado para ser llevado al lavadero. La extracción de la zanahoria se realiza manualmente en su gran mayoría en la sierra del

Perú, y para ello el suelo no debe estar ligeramente húmedo (capacidad de campo del 50%) para evitar que se adhiera mucha tierra a la raíz. Para la conservación térmica de la zanahoria se recomienda temperaturas entre 0 y 2 grados centígrados y una humedad relativa entre el 90 y 95 %. La conservación de la zanahoria depende en gran parte de la variedad y manejo de la raíz al momento de la cosecha y transporte. La recolección se efectúa antes de que la raíz alcance su completo desarrollo (hasta 5 cm. de diámetro según sean destinadas para conserva, o para su consumo en fresco).

**Existen tres tipos de recolección:**

*La recolección manual*, se emplea únicamente en parcelas muy reducidas;

*La recolección Semi-mecánico*, mediante herramientas acopladas al tractor (arado, brazos surcadores o máquina arrancadora-alineadora); y la,

*Recolección mecánica*, actualmente es cada vez más común el uso de implementos agrícolas debido a sus considerables ventajas como el ahorro de mano de obra y por tanto menor costo de producción. En Estados Unidos, la casi totalidad de la producción se recolecta mecánicamente. Existen dos tipos de máquinas que se utilizan según la presencia o ausencia de follaje en el momento de la recolección, ambas desplazándose mediante un tractor, aunque también existen máquinas autopropulsadas. Las máquinas arrancadoras por empuje se utilizan para arrancar las zanahorias desprovistas de follaje, por tanto, son indicadas para variedades de follaje poco frondoso o raíces de pequeño tamaño. La eliminación del follaje se realiza previamente o en la misma operación de recolección, acoplando la herramienta al tractor.

**2.2.1.2. Cosecha de zanahorias en el Valle del Mantaro-Junín:**

**Agraria.pe (2018)** reporta que en el Valle del Cunas (Junín), adyacente al Valle del Mantaro-Junín, en la entrevista realizada a Luis Ríos, un agricultor natural de Chupaca, acerca de la cosecha de su parcela de zanahorias junto a cinco personas más, entre hombres y mujeres. Sobre el terreno permanecen unos 50 sacos con las zanahorias recolectadas y también otras cosechadas que fueron descartadas. La cosecha; menciona Ríos que, en Junín, las lluvias generaron que el terreno se convierta en barro y por lo tanto no se pueda utilizar maquinaria para la cosecha, esto ocasiona un incremento en el costo de cosecha del cultivo. Con maquinaria, uno se demora un día en cosechar una hectárea de zanahoria. Con yunta, trabajan 10 personas y se

cosecha una hectárea en 5 días", explica Luis Ríos. Tras la recolección de las raíces se selecciona y encostala para ser llevado al lavadero en Chupaca, donde decenas de personas limpian las impurezas de las toneladas de zanahoria para luego enviarlas a Lima. Aquí los agricultores pagan S/ 1.00 para lavar un saco de 50 kilos. También reporta que La DGA del MINAGRI, destacó que la zanahoria para las regiones productoras es muy importante por ser un cultivo que genera mucha mano de obra, creando ocupación e ingresos en el medio rural, debido a que casi la totalidad de las labores culturales son realizadas de forma manual, empleando desde el inicio hasta la cosecha entre 60 a 80 jornales por hectárea.

**Lazo Baltazar B. (2010)** en su tesis “**Diseño de una máquina cosechadora de zanahoria**”, menciona que; La forma de sembrado en el Valle del Mantaro es del modo de voleo (como la cebada) en surcos y tablones, lo cual provoca que en la cosecha se presenten algunos inconvenientes, ya que la zanahoria no está distribuida de forma uniforme como en el caso de la papa (surcos). El inconveniente que se tiene hasta el momento sobre el cultivo de zanahorias, es el momento de la cosecha, ya que a la fecha se está realiza en forma artesanal y manual (fig.12), debido a que las hojas de la zanahoria no son tan fuertes para soportar el jalón de la tierra, se tiene que picar para ayudar el arranque del suelo de las raíces de zanahoria sin algún daño para lo cual se utiliza: picota o pico de uña y previo a ella se corta el follaje con diversas herramienta al ras del cuello de la planta. Las raíces se lavan con agua abundante para retirar la tierra adherida.



**Figura 12:** Cosecha de zanahoria de manera manual artesanalmente. Reporta Lazo Baltazar (2010)

### 2.2.2. El Tractor agrícola:

**Ortiz Cañavate J. (2014)**, en su obra “**Técnica de la Mecanización agrícola**”, menciona, que el tractor es un vehículo dotado de motor que le sirve para poder desplazarse por sí solo y remolcar o accionar los distintos implementos agrícolas que se utilizan en la agricultura actual. En la mayoría de los casos, poseen ruedas neumáticas de las cuales predominantemente las traseras son motrices y de mayor tamaño que las delanteras, que son sólo directrices; ahora bien, en algunos casos, tanto las ruedas traseras como las delanteras son motrices. Existen también otros tractores que, en lugar de llevar ruedas neumáticas, van dotados de dos cadenas giratorias de placas metálicas o bandas de goma, una a cada lado del tractor, sobre las cuales se desplazan. A esto se les denomina “tractores de carriles” o tractores oruga. El tractor es una máquina de múltiples aplicaciones en la agricultura actual. Los trabajos que puede realizar un tractor se pueden clasificar en: estacionarios: Por medio de toma de fuerza; por medio de equipo hidráulico; de transporte, de arrastre, de empuje y combinados: Transporte y toma de fuerza; arrastre y toma de fuerza. Se caracterizan principalmente por su buena capacidad de adherencia al terreno. Su uso ha posibilitado disminuir sustancialmente la mano de obra empleada en el trabajo agrícola, así como la mecanización de tareas de carga y de tracción que tradicionalmente se realizaban con el esfuerzo de animales como asnos, bueyes y mulas.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Mula\\_\(animal\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Mula_(animal)) \h

### 2.2.3. Aperos o implementos agrícolas:

**Proyecto de Herrandina”, (2010)**, en su obra “**Maquinarias y Mecanización Agrícola**” menciona que; un apero agrícola es una herramienta o máquina más o menos compleja “sin motor” (casi siempre) diseñada para ser acoplada a una cabeza tractora más conocida comúnmente como “tractor” que lo maneja pudiendo así llevar a cabo muy diferentes tareas. Se puede hacer una clasificación muy básica de los aperos en: suspendidos, de arrastre, movidos por la toma de fuerza, y remolcados.

**Aperos suspendidos:** son aquellos que se acoplan al tractor (por atrás o por delante, generalmente en los llamados brazos hidráulicos + tercer punto) de manera que el tractor los transporta elevados sin tocar el suelo. Algunos se trabajan con ellos

suspendidos y otros se les hace descender para realizar los distintos trabajos (arados, cultivador, fresadora...).

**Aperos de trabajo por arrastre:** son aquellos que se enganchan al tractor en el punto de tiro (en medio de las ruedas traseras en la parte baja) y se usan tirando de ellos para hacer el trabajo en cuestión (cultivador, grada de discos, vertederas...).

**Aperos movidos por la toma de fuerza:** son aquellos que para realizar su trabajo necesitan de movimiento de giro transmitido desde el tractor a través de lo que llamamos “toma de fuerza” (ejemplos: desbrozadora, abonadora.), y suelen ser suspendidos. <https://agricultorfindesemana.wordpress.com/2014/04/06/fresadora-o-tambien-conocida-como-rotabator/h>

#### 2.2.4. Diseño de máquinas y equipos agrícolas:

Villamil & García (2003), define el diseño de ingeniería con la concepción de sistemas, equipos, componentes o procesos con el fin de satisfacer una necesidad, y concluye con la documentación que define la forma de dar solución a dicha necesidad. Lo define al proceso de diseño como “un acto creativo dedicado a seleccionar, combinar, convertir restringir, modificar, manipular y conformar ideas, resultados científicos y leyes físicas en productos o procesos útiles”. Un concepto relacionado, pero distinto, es el de proyecto de ingeniería. En las normas ISO el proyecto de ingeniería es definido como: “Un proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas, con fechas establecidas de inicio y finalización, desarrolladas con el fin de alcanzar un objetivo para conformar requerimientos específicos, incluyendo restricciones de tiempo, costo y recursos”. Claramente surge que para la ISO un proyecto de ingeniería requiere que las tareas involucradas y su desarrollo reúnan las siguientes condiciones:

**Ser únicas:** para que exista un proyecto tiene que existir incertidumbre en alguna tarea. Esto implica que, por no haberla realizado antes, no se conocen todas las dificultades que puede presentar su ejecución. Lo de único no implica que nadie las haya ejecutado antes.

**Ser complejas:** Los proyectistas manifiestan que si son triviales no hay incertezas, y al no plantear ninguna dificultad no se puede hablar de proyecto. Es decir, si la solución

es directa y obvia, u obtenible por cálculo directo, no hay un real problema de responder a una organización temporaria, con duración pre establecida en un plan, y cuya ejecución, coordinada por un líder del proyecto, está sujeta a un control de progreso.

**Tener objetivos vinculados a satisfacer las necesidades del cliente**, o algunos de estos objetivos podrán ser definidos en la ejecución, y alcanzados luego progresivamente durante la realización.

**Tener como resultado la creación de un prototipo** o varias unidades del producto  
**Generar la documentación**, que permita entender el funcionamiento del producto objeto del proyecto y asegure su reproducción.

**Satisfacer requerimientos específicos siguientes:**

**De tiempo.** - Todos los productos tienen un ciclo de vida, y esto acota el tiempo de desarrollo. Si los objetivos se vuelven inalcanzables, en términos de tiempo compatibles con el ciclo de vida del producto, el proyecto pierde sentido.

**De presupuesto.** - al cual deberá ajustarse el costo de desarrollo.

**De beneficio.** - lo cual es imprescindible para que la empresa sea sustentable en el tiempo, disponga de los recursos necesarios para la permanente mejora y pueda contribuir en el futuro a dar una mayor satisfacción a sus clientes.

**De recursos.** - buscando soluciones que: Sean manufacturables, es decir, que estén basadas en procesos y tecnologías cuyo dominio se posee o se puede acceder, aprovechen conocimientos científicos y los avances tecnológicos y sean óptimas en cuanto al aprovechamiento y uso de recursos. En general el proceso de diseño tendrá muchas entradas y a lo sumo dos salidas: La documentación y un prototipo. Son entradas del diseño las exigencias y regulaciones aplicables al producto, las cuales deben estar documentadas desde su inicio. Requerimientos inconsistentes, ambiguos, o incompletos deben ser resueltos con los responsables de tales requerimientos antes del inicio del proyecto. Asimismo, deben ser parte de las entradas del diseño los objetivos de fiabilidad, durabilidad y mantenibilidad planteados para el producto, y los criterios de aceptación. La documentación es la salida del diseño más importante. Debe definir la configuración del equipo y los elementos necesarios para su fabricación, estableciendo cuales características son cruciales para el buen funcionamiento del producto, en cuanto a su operación, almacenamiento, manipuleo, mantenimiento y

atender además la disposición final. Debe estar expresada en términos que permitan la verificación y validación contra los requerimientos de entrada. La salida debe resultar de un proceso de optimización del diseño, buscando simplificar, mejorar, innovar, y reducir desperdicios.

#### **2.2.4.1 Proceso de diseño:**

Según Karman, citado por Villamil & García (2003), indica que desde siempre se ha reconocido la necesidad de seguir una metodología para lograr una exitosa ejecución del desarrollo, y a ese fin se han propuesto diversos modelos; siendo lo más práctico los siguientes:

##### **Determinación de la necesidad:**

- El proceso de diseño parte del reconocimiento de una necesidad insatisfecha, mal insatisfecha o susceptible de mejorar en algún sentido.
- Las necesidades resultan o surgen por motivaciones muy variadas.
- Investigaciones de mercado, que muestran que los productos actuales han quedado obsoletos, o fuera de competencia.

##### **Aparición de nuevas legislaciones, normativas o demandas.**

- Complementos de productos, por análisis de un mercado ya existente, desarrollado con anterioridad, y sobre el que se ven posibilidades de un mayor desarrollo futuro.
- Nuevas posibilidades que surgen durante la ejecución de otro proyecto.
- Pedidos formales, donde el cliente formula directamente el requerimiento.
- Pedidos informales, en donde un potencial cliente sugiere que una determinada propuesta, en un área de interés particular, tendría gran aceptación o grandes posibilidades futuras.

##### **Nichos de mercado insatisfechos de productos existentes.**

En resumen, el proceso de diseño puede ser iniciado basándose en una idea para una solución a una necesidad existente, y aún no atendida, o en ideas pensadas para solucionar necesidades futuras. En muchos casos, la necesidad la “descubre” el departamento de marketing de la propia organización, o es el resultado de prospecciones realizadas por empresas especializadas.

#### 2.2.4.2. Contenidos de especificaciones en un diseño:

Según Karman, citado por Villamil & García (2003), está mencionando también que; Establecer las especificaciones de diseño es una de las actividades más complicadas, difíciles e importantes, pues ellas determinan la capacidad final del producto y su costo. Deben fijarse en las etapas más tempranas del proceso de diseño, basándose en la definición de producto (PDD), deben ser lo más específicas posibles. Son imprescindibles para el manejo y control del diseño, y las mismas deben contemplar gran diversidad de aspectos, tales como:

**Condiciones ambientales:** Estas características deben ser vistas como la carga posible a la que puede estar sometido el producto dentro de su ciclo de vida. Es decir, las exigencias pueden darse sólo en manufactura, en transporte, en exhibiciones, en almacenamiento, o en el uso.

**Características operativas y funcionales:** en las cuales se define el fin para el cual va a servir el producto, con detalle de los modos de operación del producto básico, y las previsiones para futuras opciones. Se especifican asimismo los factores que sirven para valorar la prestación del producto.

**Interface con el operador:** se describe la interacción del operador con el producto.

**Características estandarizadas:** aquí se contempla la compatibilidad con otros equipos del mercado, y las normas nacionales e internacionales que debe satisfacer.

**Aprobaciones de seguridad:** por parte de laboratorios externos para certificar que se satisfacen los requerimientos de alguna norma específica.

**Tiempo operativo o ciclo de trabajo:** tiempo en el que se supone que el implemento va a estar en servicio, estimado en horas diarias.

**Mantenimiento:** concepción del equipo en cuanto a su mantenimiento: ¿será reparable o descartable? Si fuera reparable, ¿qué consideraciones deberán tenerse en cuenta en el diseño? ¿Qué repuestos deben asegurarse y por cuánto tiempo?

**Meta de Costo:** sea dentro del ciclo de vida o sólo de manufactura, o bajo el período de garantía.

**Competencia:** debe definirse un posicionado en tal sentido, de modo tener en claro las diferencias desde el comienzo del diseño.

**Despacho al mercado:** tipo de embalaje, empaquetadura, etc. de modo tal que de existir mecanismos o partes que puedan verse dañados en el transporte, las mismas se

encuentren protegidas o bloqueadas.

**Cantidad:** volumen de fabricación esperado, lo cual hará convenientes ciertas técnicas de diseño sobre otras, y será además útil para definir procesos y herramientas especiales para la fabricación.

**Instalaciones especiales para su manufactura:** en función de las cuales se determinará la conveniencia de subcontratar partes o todo a terceros, haciendo que el proyecto sea menos capital intensivo y reduciendo los costos fijos

**Tamaño y forma:** básicamente buscando que no haya restricciones condicionantes

**Peso y modo de fijación:**

*Apariencia y terminación:* estética del producto.

*Tiempo de vida:* estimación del tiempo en el que va a permanecer en el mercado.

*Aspectos ergonómicos:* vinculados con su interacción con las personas, disposición y tipos de controles y visualizaciones; cumplas y esfuerzos mecánicos mínimos y máximos de accionamiento, etc.

*Caracterización del cliente o usuario:* preferencias, prejuicios, etc.

**Calidad y fiabilidad que debe alcanzarse para asegurar su inserción en el mercado.**

*Condiciones de almacenamiento:* para evitar efectos de desgaste o corrosión prematura.

*Existencia de patentes:* que limiten de algún modo las soluciones, u obliguen a obtener y pagar licencias.

*Instalación:* accesorios necesarios y exigencias para que la instalación sea compatible con los demás equipos con los cuales debe interactuar.

*Documentación:* manuales a generar: de usuario, de instalación, de mantenimiento.

### **2.2.5. Definición del Producto:**

Cross, N. (2002), en su publicación “**Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos**”. Traducido por: Fernando Roberto Pérez Vásquez, Refiere que: Los proyectos arrancan y terminan siempre con documentos. El primero de estos documentos, y además elemento clave de cualquier proyecto, es el que define los requerimientos del producto. El último es la memoria del proyecto, documentación probatoria que sirve para validar los cálculos y decisiones asumidas en el desarrollo

del producto. Para no arribar a la solución perfecta para el problema equivocado, el primer paso de cualquier proyecto debe ser entonces asegurarse de que el problema quede bien definido en un documento. La documentación para el desarrollo del proyecto podrá ser algo tan simple como una hoja en la cual se describen las características esenciales que requiere el producto, o ser algo tan complejo como todo un libro o varios tomos, en los que se declara exactamente las condiciones a cumplir, incluyendo los métodos de verificación. Esto significa definir a nivel de detalle características a cumplir, interfaces, detalles del equipo o implemento agrícola, y los métodos de verificación. Los requerimientos sirven para la definición de producto, describiendo brevemente lo que el producto es; responden básicamente a la cuestión: ¿para qué sirve? Los requerimientos funcionales definen lo que el producto debe hacer, y las especificaciones de ingeniería describen como se debe lograr satisfacer esos requerimientos; es decir condicionan el ¿Cómo hacerlo? Finalmente, las especificaciones de ensayo describen como ha de ser probado el sistema para verificar que opera correctamente, los informes a emitir y certificaciones a obtener.

### **2.3. Marco conceptual**

El autor del presente trabajo considera que; para definir alternativas de solución hay dos caminos opuestos: el ascendente y el descendente. En el primer caso, se parte de componentes existentes, alrededor de los cuales se va construyendo la solución. En el segundo se hace un desglose en sub problemas y así sucesivamente hasta llegar a componentes definidos a la medida de la necesidad, los cuales, de no existir, será necesario desarrollarlos. Rara vez se usa en exclusividad uno de estos métodos, sino más bien una combinación de ambos. La técnica ascendente busca usar elementos estándar, y la descendente requiere definir elementos dedicados, de una capacidad dimensionada a la medida de su carga. Tiene además la ventaja de que, siendo elementos dedicados, restringe el acceso de competidores a esos elementos. La desventaja es que el esfuerzo de diseño es mayor, y sólo redituable con suficiente volumen de mercado. En cualquier caso, no debe perderse la perspectiva del problema; La necesidad estará asociada a un sistema o equipo, y la tarea de proyecto es definir los componentes de la solución, pero teniendo claro a qué nivel de descenso debe

llegarse para obtener las mayores ventajas competitivas y de beneficio, diferenciando aquellas partes que integran el núcleo del producto. La complejidad del proyecto, y por ende el esfuerzo de diseño, depende del escalón al que se descienda: cuanto más bajo, mayor es el número de partes a definir y la complejidad tecnológica y menor el valor agregado. Algo que no debe perderse de vista. Siempre los mayores beneficios están por el lado de los sistemas; el problema de la ingeniería de desarrollo es como ubicarse en ambas pirámides. Con componentes cuyo valor se ubica a costos accesibles para el ensamblaje ¿cuántos miles son necesarios para que su diseño específico tenga sentido económico? La excepción son los componentes que forman el núcleo del sistema o equipo.

Definido el sistema, el paso siguiente será determinar qué cosas se van a resolver de la manera más simple a partir de los requerimientos, generar especificaciones consistentes para el desarrollo de ambos. Bajo este esquema, el implemento o equipo quedan definidos en una etapa temprana, haciendo que su desarrollo sea en gran medida independiente, y por tanto pueda hacerse en forma paralela. Esto, supone que el diseño se reduce a escribir el código alrededor del implemento o equipo definido, es posible en pequeños proyectos; en los grandes hay una interacción continua.

### **2.3.1. Cosecha semimecanizada:**

**Zambrano, J. (1999)**, manifiesta que, la cosecha semi mecanizada tiene como ventaja la rapidez y un menor costo por tonelada recolectada, pero al ser destructiva, sólo puede ser utilizada en cultivos de maduración concentrada. La inversión necesaria para la adquisición, el costo de mantenimiento y la ociosidad del equipo durante gran parte del año hace que la decisión de compra deba ser cuidadosamente analizada. Como desventajas adicionales se pueden mencionar que toda la operación debe estar diseñada para la cosecha mecánica, empezando por el cultivo, distancia entre hileras, nivelación del terreno, pulverizaciones, labores culturales y muy especialmente variedades que se adapten a un manipuleo más rudo. La preparación para el mercado (clasificación, limpieza, empaque) y venta también debe estar adaptado para manejar grandes volúmenes.

**Guglielmetti, H. (2014)**, indica que, el método arado surcador tirado por tractor, para el cultivo de papas es la labor es más rápida que la cosecha manual y arado tirado por tracción animal. El arado surcador rompe el camellón depositando a ambos lados la tierra con las papas. En el fondo del surco generalmente queda un buen número de tubérculos por lo que se debe remover el suelo en forma manual.

### **2.3.2. Cosecha mecanizada:**

**Pastor, D. (2004)**, indica que, para este sistema de cosecha, se utiliza un tractor que aporta la energía necesaria para la tracción, es usado mayormente en la costa, ya que el suelo no presenta pendientes peligrosas para esta labor. Esta modalidad ahorra tiempo, personal, pero produce daños mecánicos en la cabecera de las chacras, que es donde el tractor da vuelta y en suelos pedregosos, la papa presenta muchas rajaduras producidas por el golpe de las piedras y las papas en la cadena de la máquina cosechadora

### **2.3.3. Evaluación de viabilidad del proyecto:**

**Cross, N. (2002)**. “Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos”. Traducido por: Fernando Roberto Pérez Vásquez, refiere que: La evaluación de viabilidad se realiza usualmente como parte de la tarea de conceptualización en pequeños proyectos, pero es la acción principal en proyectos importantes, llevando en muchos casos varios años de estudios. El propósito de la evaluación de viabilidad es asegurar que el proyecto sea exitoso, sobre la base de que su realización será factible tanto técnica como económicamente. La manera en que se hagan estas evaluaciones dependerá del tamaño y la complejidad del proyecto. El período de evaluación es el momento para definir conceptos que el diseño seguirá para asegurar que el producto final cumpla el objetivo propuesto, basándose en los recursos disponibles. Primero se hace un análisis técnico, buscando determinar la disponibilidad de los componentes que integran el núcleo del proyecto, y luego el esfuerzo se concentra en la estimación de los costos, ya que éstos son, en general, los principales factores limitantes. En el diseño de productos es necesario valorar los beneficios de cada alternativa. La tarea de predecir cuantitativamente el

comportamiento de cada alternativa con respecto a cada uno de los criterios que se hayan fijado para el proyecto no es tarea sencilla. La mayoría de estas predicciones han de hacerse cuando el proyecto aún está en su etapa conceptual, debido a que la experimentación raramente es económica. Bajo estas condiciones es cuando no se puede predecir con exactitud el desempeño futuro ni los costos relacionados con cada alternativa, ya que es difícil poner en forma cuantitativa, en términos monetarios, todos los factores que inciden sobre el resultado, siendo aceptables aproximaciones del 20% al 30%, y aún mayores. Integrando los estudios de viabilidad están los análisis de fortalezas y debilidades, con los cuales se busca determinar las oportunidades y las amenazas a las que está sujeto el proyecto. Estos análisis tratan de mostrar que acciones serán necesarias para llevar el proyecto hacia aquel horizonte donde se es fuerte, donde están las mayores oportunidades de éxito. Es decir, el análisis de fortaleza busca definir las áreas o puntos en los que se apoya el proyecto y donde la empresa es fuerte, y las amenazas a las que está sujeto por parte de los competidores y de los clientes.

#### **2.3.4. Diseño preliminar del proyecto:**

**Busalacchi, M. (2017). “Proceso de diseño de Maquinaria Agrícola”.** Menciona que: Durante el diseño preliminar del producto, se define la configuración total del sistema, el diagrama de bloques, y se hace la selección de los componentes que integran el núcleo del proyecto, teniendo en cuenta disponibilidad, costo, limitaciones y facilidades de manufactura, metas de fiabilidad, etc. y se desarrollan los diferentes planos, esquemas y/o documentos generales que asistirán a los proyectistas en la etapa del diseño detallado. Los requerimientos que se establezcan en esta fase del proceso serán la base de las especificaciones finales, aunque es importante tener en cuenta los siguientes conceptos:

Es imposible especificar correctamente al comienzo de un desarrollo todos los requerimientos del equipo, por lo que será necesario un refinamiento iterativo a medida que se avance en el proceso de desarrollo. Se deben aceptar las frecuentes y sucesivas realimentaciones como una manera de ir refinando el diseño. Es usual en la etapa del diseño preliminar apoyarse en paquetes de simulación específicos con la finalidad de

validar conceptos de solución. Estos paquetes se basan en modelos que requieren normalmente una posterior comprobación experimental, que, de ser negativa, obligara al replanteo de la solución. El diseño preliminar es usualmente, llevado a cabo por un pequeño núcleo de profesionales que representan las distintas disciplinas involucradas en el proyecto, los cuales una vez finalizada la etapa preliminar continuarán trabajando en la fase siguiente (diseño detallado).

### **2.3.5. Diseño detallado del proyecto:**

**Busalacchi, M. (2017). “Proceso de diseño de Maquinaria Agrícola”.** Describe que: El propósito de esta etapa del proyecto es: seleccionar los componentes de implemento, establecer modelos para el cálculo de loselementos, a fin de determinar la carga de trabajo a la que se ven sometidos. Seleccionar los componentes estándar en función de la carga a la que están sometidos, indicando fabricante y número de parte correspondiente. Establecer especificaciones que deben ser satisfechas por los componentes a medida. Realizar análisis de valor de cada elemento. Documentar los problemas detectados en las etapas de verificación, y las acciones de corrección correspondientes. Documentar los resultados de los ensayos de validación efectuados sobre prototipos. Generar la documentación y las especificaciones que describan completamente el diseño, etc. En otras palabras, en esta etapa, diferentes grupos de profesionales y departamentos de la organización de diferentes disciplinas trabajan activamente en procesos de síntesis y análisis de las soluciones, realizando evaluaciones de componentes para validar los requerimientos establecidos previamente, especificando aquellos que hasta el momento habían permanecido indefinidos y estimando los efectos de los distintos componentes en el sistema (fig. 13). Las especificaciones son, en general, planos con detalles de terminación, con medidas y datos de los ensayos a los que está sujeta cada parte, y donde por lo general el número de plano se convierte en el número de parte. Para los componentes y demás elementos dedicados del sistema se realizan los planos de detalle, que especifican las dimensiones necesarias, los materiales de construcción, técnicas de maquinado o ensamble, requerimientos para su ensayo, etc. Los planos de detalle incluir toda la información necesaria para producir y verificar el componente; además deben

mostrarse las vistas de las piezas que serán necesarias para la manufactura. La selección de los componentes estándar que giran alrededor de los componentes principales que integran el núcleo del proyecto tomarán en cuenta:

- Costo (considerando el volumen)
- Calidad y fiabilidad (niveles de AQL y tasa de fallas)
- Características funcionales específicas (tolerancia, comportamiento, etc.)
- Disponibilidad en el mercado (tiempo de entrega)
- Exigencias de manufactura (tipo de montaje y soldadura)
- Racionalización (gama preferida de valores). Etc.

Un punto débil de muchos diseños es la falta de un análisis de valor que justifique la necesidad de cada elemento y las razones de su elección, o haber descuidado las condiciones de validez de las características de los componentes en las hojas de datos, o bien que se aproveche una funcionalidad del equipo basada en características no documentadas. Otro punto a cuidarse da cuando se emplean dispositivos de un modo no convencional, en aplicaciones para las cuales no fue pensado. En tal caso, las hojas de datos seguramente no suministrarán toda la información necesaria para el diseño, por lo que el parámetro que se quiere aprovechar puede estar totalmente descontrolado.

**De las dos situaciones pueden darse, que el diseño se apoye en:**

*Características documentadas, pero con información insuficiente;* comportamientos no documentados en las hojas de datos: Solo en el primer caso se tiene la certeza de que se mantendrán esas características, y por tanto podrá ser usado sin restricción alguna, salvo las que resulten de los propios valores límites

*Análisis detallado de los componentes del implemento o equipo;* otro punto que no debe descuidarse es el correspondiente a las condiciones de sobretabajo, y los transitorios de arrastre y acoplamiento. Es decir, el análisis de arrastre no debe limitarse solo al análisis bajo condición normal y en régimen. Deberán considerarse también las condiciones anormales que pueden darse en el proceso de trabajo del implemento, o las que resultan por condiciones anormales de sobretabajo.

## Especificaciones técnicas para el diseño de apero

Estructura de diseño conforme a la norma alemana VDI-2221. Tomado de “Metodología para el Diseño de Máquinas “por Blanco (40 pág. 23)

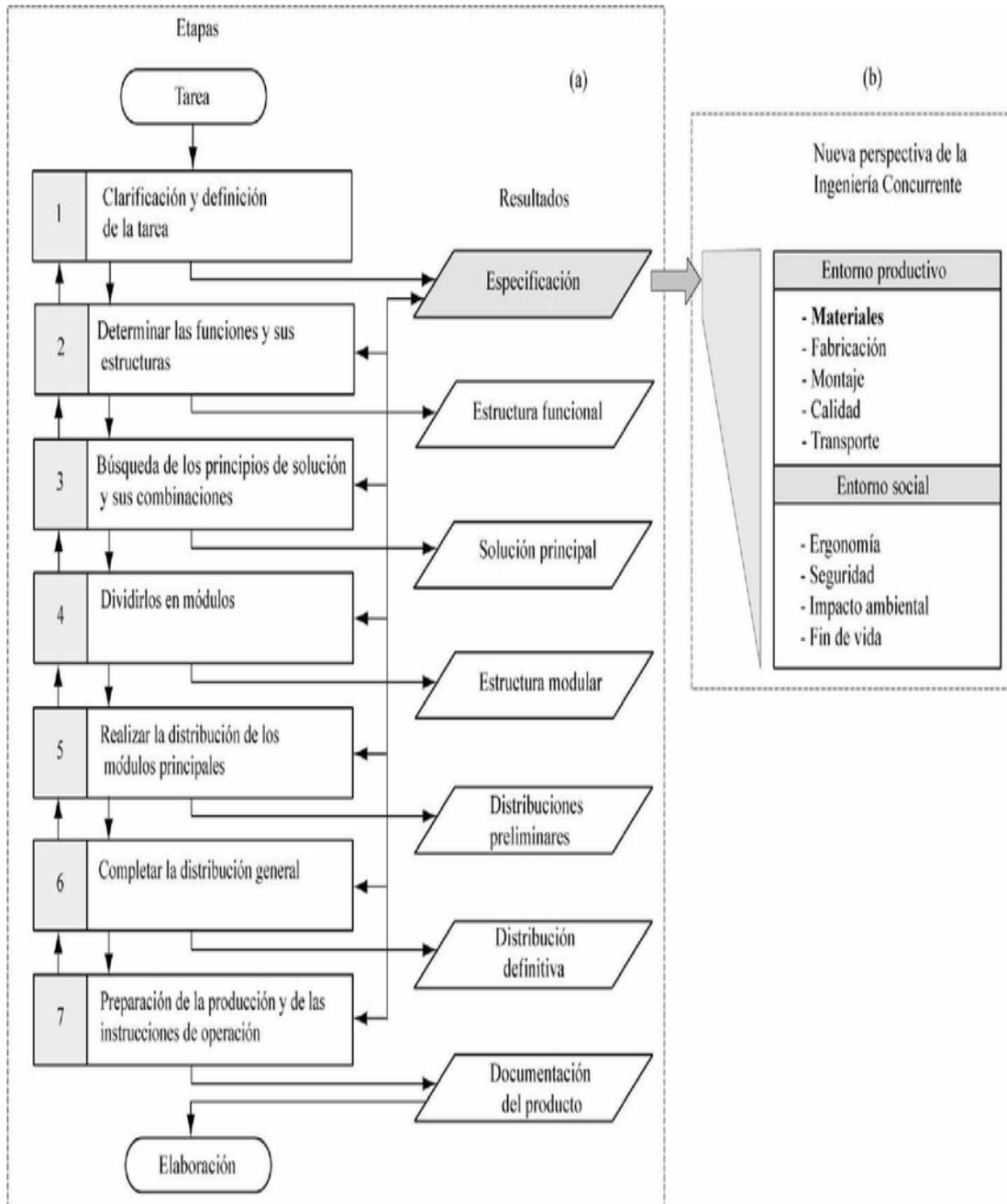


Figura 13. Estructura de diseño según la norma alemana VDI 2221. Reporta Riba (2002)

### **2.3.6. Despliegue de la función de calidad (QFD):**

**Miranda, A., Valdés, G., Iglesias, S. y Lara, (2013).** “Análisis de la calidad de la cosecha de papa utilizando la arrancadora Ariguanabo”, sostienen que:

La meta final de cualquier diseño es la satisfacción del cliente. Por ello, una de las tareas más importantes es conocer y considerar desde el comienzo del desarrollo quien va a ser el usuario, cuáles son sus expectativas y con que productos se debe competir, y relacionar esto con las características para el diseño. A este fin se han propuesto diversas herramientas, siendo la casa de calidad una de las más importantes surgidas en los últimos años. Con esta ayuda se busca:

- Evaluar el producto bajo la percepción del usuario.
- Analizar un comparativo con respecto a la competencia bajo la óptica del usuario.
- Realizar análisis de competitividad basado en las características técnicas.
- Evaluar las dificultades para alcanzar las metas.
- Establecer el compromiso de los distintos sectores internos de la empresa en el logro de los metas del producto.
- Establecer la interrelación entre las características.

La casa de calidad, cuya denominación se debe a la forma que toma, va más allá del usuario del producto: es una herramienta útil para la planificación, el desarrollo, la comunicación y la coordinación requerida entre los distintos sectores de la empresa, entendiendo que el principal objetivo de esta es dar satisfacción al cliente. Es decir, el QDF es una herramienta para ajustar la empresa al cumplimiento de su principal objetivo: la satisfacción del cliente. En vez de seguir siempre el mismo camino para dar solución a los problemas, se formula para cada caso uno, el cual, se concibe según los nuevos requerimientos del cliente. Esto lleva a que por un lado se omitan tareas que no son valoradas por el cliente, y por otro no se eluda la realización de aquellas que hacen a la bondad del producto tal como el cliente lo aprecia. Para ponderar según la visión del cliente las características del producto deben considerarse, siguiendo el modelo propuesto por Kano (2015), tres tipos de atributos:

- Los explícitamente formulados.
- Los implícitos, y normalmente esperados por el cliente, y considerados obvios.
- Los impensados y desconocidos por el usuario, pero la disponibilidad le entusiasma.

Para Kano, incumplir requerimientos explicitados genera disconformidad, pero incumplimientos de atributos implícitos causan siempre gran insatisfacción; por el contrario, si el usuario es sorprendido con atributos o características adicionales que le agregan valor, esto provocara un fuerte entusiasmo con el producto, aun para un nivel decumplimiento bajo.

El esquema de la casa de calidad se aplica en todas las etapas de proyecto, donde el clientedebe verse en su acepción más amplia: Son clientes de una etapa todos los que usan la salida de esa etapa. Es decir, se consideran usuarios a todas las etapas que siguen dentro del ciclo de vida del producto, y esto incluye a muchos sectores internos de la propia empresa. Para cada uno de estos clientes, dentro de cada fase, debe ejecutarse la correspondiente casa de calidad.

### **2.3.7. Requerimientos de matriz de interrelación:**

**Garro Santillana L. (2018).** “Diseño, construcción y evaluación de un prototipoarrancadora de papa con tracción mecánica”. Reporta que; Con la función de desplieguede calidad se pretende responder primero al que quiere el cliente, y recién luego considerarel cómo darle satisfacción. Todo el ciclo del producto puede verse como una sucesión de Qué y Cómo, debiendo verse a la QFD como la base para definir las distintas acciones enel desarrollo del producto.

La casa de calidad puede verse simplemente como la reunión de distintas tablas, cada unacon un enfoque definido. La primera tabla comienza en la fase conceptual: traduce los requerimientos del cliente en características internas de la empresa. Las características internas se traducen luego en requerimientos que deben ser volcados en las tablas (casas de calidad) propias de cada etapa. La idea es que cada componente de la empresa se vea ala vez como cliente y como proveedor. Como cliente recibe entradas y como proveedor debe considerar los requerimientos de su cliente, ejecutar un trabajo, y transferir como proveedor una salida a su cliente. Es decir, en esta cadena no es solo el usuario final el cliente, sino que cada unidad de la empresa debe ser considerada como tal, aunque todas actúen bajo la orientación del cliente final, que es el usuario del producto. Conocidos losrequerimientos planteados para cada etapa del diseño se puede determinar en qué medidacada sector puede darles cumplimiento. Con esto es

posible generar una segunda tabla en la cual se evalúa la posición propia frente a los competidores en relación a los requerimientos que plantea el usuario. Analizando el posicionamiento actual de la empresa, se determinará la meta propuesta para el proyecto, de lo cual resultara el futuro posicionamiento pretendido y la interrelación entre las diversas características, mostrando a la vez los sectores internos que deben cooperar y trabajar de un modo coordinado.

### **2.3.8. Ingeniería de valor (VE):**

**Fernández de O.L (2015) “Building Economics: Theory and Practice”**, Muestra que; La ingeniería del valor busca identificar y eliminar los costos inútiles de un producto. La idea es aumentar el valor de los productos, suministrándolos a precios más bajos sin disminuir su calidad o fiabilidad. Si bien le cabe a la ingeniería de producto la mayor responsabilidad, en esta función deben participar todas las áreas. Para llevar a cabo un análisis del valor es necesario considerar:

- Análisis de las funciones.
- Alternativas de diseño.
- Análisis de costos.

Lo primero tiende a asegurar que la función es necesaria, y este bien definida; se debe analizar luego si el modo de darle solución es el más adecuado. Para ello se deben generar alternativas que permitan por eliminación, sustitución o simplificación reducir la cantidad de partes y elementos inicialmente requeridos. Esto es especialmente importante cuando el diseño de los distintos bloques de circuitos corresponde a distintos responsables, y no está bien establecida la interface entre ambos. Obviamente el análisis del valor debe enfocarse primeramente al análisis de las etapas con más influencia en los costos, reconociendo sus funciones básicas, aquellas sin las cuales el producto carecería de valor, y considerando a las demás funciones como secundarias. Las funciones secundarias apoyan a las funciones básicas, y son dependientes del tipo de solución adoptado para la función básica. Se debe determinar si estas son esenciales, o pueden ser eliminadas, o simplificadas. El costo del producto debería estar determinado por las funciones básicas, y no por las secundarias. El desglose entre básico y secundario debe trasladarse a nivel de componente del implemento. Cada

componente tiene una función específica, y ciertos componentes son esenciales para su funcionamiento, mientras que otros son solo necesarios en casos especiales, y en otros simplemente para simplificar el modelo de cálculo. Ciertas funciones pueden ser básicas cuando el equipo opera en determinados entornos, pero totalmente prescindibles en los demás casos. Por consecuencia, de este análisis surgirá si es necesario y conveniente incluir la función en todas las unidades, o tan solo hacerla específica para la operación en determinados entornos. El análisis de costo debe ser completo, debiendo estar implicadas todas las etapas y sectores. Es decir, deben ser contemplados y revisados los métodos de fabricación, los procesos, los posibles proveedores, los acuerdos de compra, etc.

### **2.3.9. Referencia de la zona a desarrollarse el proyecto:**

#### **2.3.9.1. El Valle del Mantaro. -**

**Portal Valle del Mantaro (2019)** en su **Documental Portal del Perú y del mundo**. Describen; Valle del Mantaro o como se le denomina “Valle Medio Mantaro Alto”, se encuentra situado en la región central andina del Perú en el departamento de Junín, a una altura media de 3200 msnm, presentándose como un alto valle sedimentario de material aluvial. El valle se orienta en sentido Norte Sur como una quebrada longitudinal a la cordillera cruzada en la misma dirección por el río Mantaro se constituye en la columna vertebral del sistema hidrográfico al que afluyen otros ríos de menor importancia (ver figura 14). El área comprendida por el valle puede considerarse dividido en dos niveles: Un nivel inferior sensiblemente plano con una longitud aproximada de 70 km y una altura media de 3200msnm, comprendida entre un punto cercano a Acolla al norte de Jauja y Pucará situado al sur de Huancayo; y un nivel superior a las dos márgenes del valle, correspondiente a las áreas denominadas “altinas” y a una altura media de 3600



*Figura 14.* Ubicación del Valle del Mantaro. Fuente: Portal del Valle del Mantaro (2019)

msnm. Al nivel inferior del valle del Mantaro le corresponde un tipo de suelo clasificado como de “Asociación de Valles Andinos”, suelo apropiado para la agricultura con riego y pastoreo extensivo. Al nivel superior le corresponde un tipo de suelo clasificado como de “Asociación Puna” apropiada para pastoreo intensivo y plantaciones forestales. En función de su estructura geomorfológica, la clasificación del suelo en el valle del Mantaro varía de acuerdo a factores de erosión, permeabilidad, pendiente, textura, pedregrosidad, salinidad, fertilidad, condiciones de humedad, nivel freático, clima, etc. En cuanto a las estaciones del valle del Mantaro, no se perciben nítidamente las cuatro aún se las confunde. De enero a marzo llueve intensamente; astronómicamente es la estación del verano, pero la población lo identifica como invierno es época en que el campo fructifica. Entre abril y junio cesan las lluvias, el clima se enfría un tanto, es época de cosecha. El común de las personas no identifica el otoño. Entre julio y septiembre se producen las intensas heladas, el cielo se torna azul, de noche hace un frío intenso a veces la temperatura desciende a 2 o 3 grados bajo cero, pero de día hace calor, es propiamente la estación de invierno, pero se le identifica como verano. De septiembre a diciembre mejora el clima, se torna más templado, empiezan las lluvias y también las siembras, apenas se identifica como primavera. En realidad, la gente identifica solo dos estaciones: la de verano que viene a ser el invierno; y la de invierno que viene a ser el verano. Dentro del valle del Mantaro podemos distinguir 4 provincias Chupaca, Concepción, Huancayo y Jauja.

El Valle del Mantaro, tanto en sus zonas bajas como altas, especialmente en éstas últimas posee una inmensa riqueza *arqueológica* como evidencia de que existieron muchos centros poblados los cuales eran morada de los antiguos pobladores indígenas de la zona. *Fauna y Flora de Huancayo*: debido a su diversidad de climas, la provincia de Huancayo posee una diversa variedad de plantas y animales silvestres. Así tenemos plantas alimenticias, medicinales y ornamentales, así como animales silvestres y domésticos.

### **2.3.9.2. Un vistazo a la agricultura en el Valle del Mantaro. -**

**TAGS. Agricultura (2020)**, refiere en su publicación acerca del Valle del Mantaro; que se ubica en el departamento de Junín al este de Lima, en el centro del Perú, mencionando que los cultivos destacados en este valle son: papa, maíz, **zanahoria**, quinua, haba, cebada. Según La Dirección Regional de Agricultura de Junín la producción de estos cultivos varía en cada provincia, así por ejemplo la mayor producción de papa es en la provincia de Concepción, y la producción de maíz es mayor en la provincia de Huancayo mientras que, la producción del cultivo de zanahoria es mayor en la provincia de Chupaca, Concepción y Huancayo en ese orden, De estas tres provincias, Huancayo es la que posee mayor área agrícola en comparación a Concepción y Chupaca. Cada año el agricultor varía la superficie sembrada debido a la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, y la aparición de plagas y otras enfermedades que son también efectos del clima. Estas condiciones climatológicas extremas en los Andes centrales inducen una gran sensibilidad en las poblaciones y en los sistemas de producción agrícola. Según un estudio de GRADE la percepción de la población de esta zona sobre el cambio climático es: un clima más inestable, heladas y sequías más frecuentes y en periodos no habituales. Por todo ello El Valle del Mantaro es una de las tres zonas que han sido seleccionadas para el estudio titulado “Climate change and agricultural vulnerability across mega-environments in Latin América”.

## 2.4. Marco filosófico

Cuando se trata de productos nuevos, o productos para el mercado abierto, las especificaciones a cumplir normalmente marcan el encuadre; son exigencias de tipo general, básicamente aquellos que el cliente puede apreciar y valorar. En tal caso, muchas de las características del producto son definidas durante el desarrollo.

La necesidad de profundizar en el conocimiento para el diseño y fabricación del prototipo de cosechadora de zanahoria a través de sus variables; independiente: cultivos de zanahoria en la sierra del Perú y como variable dependiente: prototipo de cosechadora de zanahoria, surge de la necesidad que tiene el investigador en conocer la implicancia de la manipulación de determinadas realidades que dan como consecuencia, cambios significativos en el entorno en el cual se desenvuelve diariamente en esta actividad, dando origen al análisis de determinadas posturas a favor o en contra que puedan dar prioridad a la solución de los problemas recurrentes, que tienen su origen en el planteamiento del conocimiento empírico; sin embargo, con la utilización del método científico se busca dar respuestas a las interrogantes con hechos probados que demuestren cuáles son los aspectos más importantes que se deben considerar, al proponer determinado proyecto. Es por ello, que para el desarrollo de la mayoría de los estudios, es recomendable que se pueda considerar aquellas propuestas brindadas por otros estudiosos que permitan entender la ocurrencia de determinados hechos, que se manifiestan de acuerdo al contexto en el cual se encuentra, dando por origen a una serie de confrontaciones que el investigador debe superar al elegir las teorías que tengan desde una concepción panorámica hasta una aproximación específica más sobre aquello que pretende demostrar el método de contrastar críticamente las teorías y de escogerlas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en su contraste. Una vez presentada a título provisional la nueva idea, aún no justificada en absoluto convertido en hipótesis, se extraerán conclusiones de ella por medio de una deducción lógica; estas conclusiones se comparan entre sí y con otros enunciados pertinentes, con objeto de hallar las relaciones lógicas (tales como equivalencia, deducibilidad, compatibilidad o incompatibilidad, etc.) que existan entre ellas. Por lo tanto, como investigador podré escoger las teorías necesarias que se aproximen a la realidad observable que tendrá como consecuencia un acercamiento a las teorías que

precisen aquello que se evidencia dentro de los planteamientos concretos que sirvan de cimiento consistente al planteamiento del proyecto. Por lo que considero como guía para el proyecto, que es esencial que los participantes del proceso posean un completo entendimiento de las mismas, y para que este sea común, será fundamental una coordinación entre el proyectista, diseñador, fabricante y usuario. Por lo que se establecerá mecanismos de análisis para discutir cómo se deben interpretar el porqué de las particularidades técnicas de los distintos componentes del prototipo y en su ensamblaje cómo deben ser aplicadas. Tal es así que, al establecer las especificaciones con carácter permanente e inviolable, serán continuamente revisadas y revalidadas durante el proceso de diseño y construcción del prototipo de cosechadora de zanahorias para la sierra del Perú y para asegurar que siguen reflejando las metas y objetivos del proyecto.

#### **2.4.1. Concepción del proyecto: Alternativa de solución al problema:**

Actualmente la zanahoria es cultivada en el valle del Mantaro con mayores áreas en los distritos ya referidos, predominando el minifundio, y que considerando la relación de posesión para este cultivo que oscilan entre los 0.3 hasta las 5.0 has.; donde se ven obligados a trabajar manualmente algunas veces apoyados con implementos de tracción animal, se debe revertir este sistema de producción. Por tanto: se propuso como alternativa de solución la idea del “Diseño y construcción de un prototipo semimecánico de cosechadoras de zanahorias para el Valle del Mantaro”, que surge de ver el simple hecho cotidiano de muchos agricultores en la cosecha de zanahorias que hacen uso del trabajo manual al momento de la recolección de las raíces; desde el corte del follaje con moto guadaña o con hoz (fig. 15) donde les genera mayor demanda de personal de cosecha, especialmente los que tienen habilidad de picar el suelo para recolectar el producto (fig. 16), ocasionando mayores gastos económicos y empleo de tiempo, así mismo dañan físicamente al producto. De las investigaciones realizadas frente a la escasez de personal o jornaleros con destrezas en la cosecha o recolección de zanahorias, por diferentes motivos, en nuestras visitas y contacto directo con muchos productores en la zona de referencia de intervención del estudio da como respuesta que SI les interesaría contar con este implemento que favorecería la cosecha, pero que le provean de tales servicios de manera oportuna, eficiente y a precios

razonables para su economía; y que la presente propuesta tuvo una aceptación considerable. Cabe señalar que el año 2020 en la tesis “Estudio del marketing para la instalación de un pool de tractores agrícolas de servicios de alquiler en el valle del Mantaro” presentada por el autor refiere en sus conclusiones que muy aparte del déficit de tractores agrícolas para servicios de alquiler, la necesidad urgente de que se implemente un tipo de cosechadora de zanahorias especialmente para la zona del Valle del Mantaro. Para el desarrollo final del proyecto se realizaron diversas técnicas de recolección de datos de campo en distintos lugares y épocas diferentes, donde la propuesta del prototipo generó muchas expectativas porque ofrecía funcionalidad al momento de la cosecha, el cual fue motivo de muchas críticas y sugerencias para mejorar el diseño y poder atender a un grupo potencial de productores que necesitan este tipo de implemento para hacer que su actividad sea más fácil, económica y sobre todo productiva.



*Figura 15:* Corte de follaje de zanahoria  
Fuente: elaboración propia



*Figura 16:* Arrancado de zanahoria con pico

## 2.5. Definición de términos

**Contingente:** Eventos o sucesos imprevistos, eventualidad, que puede ocurrir o no. **Cosechadora:** Máquina que corta el cereal, separa la paja y envasa el grano mientras recorre el campo de cultivo; normalmente es de tracción automévil. Recolectan, tubérculos y hortalizas en el campo.

**Desarraigar:** Echar, apartar a alguien de donde vive y tiene su círculo afectivo.

**Dimensionamiento:** Acción y efecto de determinar el tamaño, o importancia de algo. Proceso para determinar la dimensión o característica correcta o esperada de algo.

**Ergonómicos:** Hace referencia al estudio de los datos biológicos y tecnológicos que

permiten la adaptación entre el hombre y las máquinas o los objetos.

**Fiabilidad:** Probabilidad de que un sistema, aparato o dispositivo cumpla una determinada función bajo ciertas condiciones durante un tiempo determinado.

**Hileradoras:** Apero para laboreo de la hierba: segadoras, rastrillos hileradoras, henificadoras, encintadoras, que dejan el compacto o trozado en hileras o en surcos.

**Interacción:** Acción, relación o influencia recíproca entre dos o más personas o cosas.

**Prospección:** Estudio de las posibilidades futuras de un negocio u otros.

**Prototipo:** Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica.

**Semimecánico:** Equipo o implemento de trabajo varios de operación semimecanizada como los aperos semimecanizados de raíces tuberosas, tubérculos y rizomas

**Abreviaturas:**

**AQL:** Nivel de Calidad Aceptado, estándar usado por muchas empresas de control de calidad para determinar el tamaño de la muestra y número de defectos permitidos.

**AV:** Análisis de valor; como un método estructurado para definir (o revisar) un producto, proceso o servicio de tal forma que aseguren con el mínimo coste todas las funciones que el cliente desea y que está dispuesto a pagar (y únicamente esas).

**PDD:** Programas de Desarrollo Directivo (PDD), proporcionan una visión global de la empresa y revelan el funcionamiento de cada una de sus áreas funcionales.

**QFD:** Despliegue de función de calidad; es un método de diseño de productos y servicios que recoge la voz del cliente y la traduce, en pasos sucesivos, a características de diseño y operación que satisfacen las demandas y expectativas del mercado.

**VE:** Ingeniería de valor, sistemas que se analizan y aplican medidas correctivas a un bien o servicio para buscar maximizar los recursos y disminuir los costos de producción, manteniendo su funcionalidad, calidad y confiabilidad inicial o mejorándolas.

## 2.6. Formulación de hipótesis

### Hipótesis central:

El diseño y construcción de prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias, permitirá mejorar las cosechas en el Valle del Mantaro.

### Hipótesis específicas:

**H1:** El uso del prototipo de cosechadora de zanahorias permitirá mejorar la gestión de las cosechas en al menos 30 % de los costos de la cosecha.

**H2:** Existe aceptación de los productores de zanahoria al uso del prototipo de cosechadora de zanahorias porque permite mejorar la gestión de las cosechas.

## 2.7. Identificación de variables

<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>
Prototipo semimecánico de Cosechadora de zanahorias	Sistema de cultivo de zanahorias
	Daños físicos de la zanahoria
	Costo de cosecha
	Nivel de aceptación de productores agrícolas

## 2.8. Definición operativa de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Prototipo de cosechadora de zanahoria	Diseño y construcción del prototipo	Implemento semimecánico	Tiempo medido en horas y minutos que realiza el trabajo en 1.0 Ha.	Malo Regular Bueno Excelente
Sistemas de Cultivo de zanahorias	Tipo desiembr	Siembra en melgas, surcos o camellones,	Tipo de siembra que favorece el arrancado	Melgas Surcos Camellones
Daños físicos mecánicos	Pureza física del producto	Zanahorias: partidas, magulladas, trituradas	Percepción del daño físico mecánico	Severo Regular Poco nada
Costo de cosecha	Accesibilidad económica del productor	Horas máquina de arrancado en 1.0 Ha	Disponibilidad económica para cubrir el gasto	Muy caro Caro Económico Muy económico
Nivel de aceptación de productores	Nivel de educación cultural	Tipo de productores	- Pequeños productores - Medianos productores - Grandes productores	1.No opina 2.En desacuerdo 3.De acuerdo 4.Totalmente de acuerdo

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipo de la investigación:**

El tipo de investigación en el presente estudio fué tecnológica, la cual es también denominada “desarrollo”, tuvo por finalidad la invención y acondicionamientos de partes o piezas mecánicas y de procesos con el objeto de mejorar el proceso de la cosecha de zanahorias.

**Ciro Espinoza (2014)**, refiere en su publicación Investigación tecnológica Cuando una investigación tiende a la aplicación de conocimientos para satisfacer necesidades mediante la producción de bienes y servicios se está en presencia de investigación tecnológica.

### **3.2. Nivel de investigación:**

Teniendo como referencia las variables, se realizó una investigación de carácter experimental con propuesta, porque se consolidó el análisis de los indicadores.

**Ciro Espinoza(2014)**, Menciona en su publicación que la Investigación experimental Implica la realización de un proceso en el cual el investigador somete un objeto o grupo de sujetos a la acción de específico factor (variable independiente o experimental) y observar las reacciones o efectos (variable dependiente), que se producen según el caso Es importante acotar que el contexto (ambiente) donde se estudian los fenómenos determinan la clasificación de los experimentos : en laboratorios y de campo; Laboratorios: el investigador controla todas las variables. De campo: no se obtiene un control de las variables, pero se analiza el fenómeno en su situación natural.

### **3.3. Método de investigación:**

Se utilizó el método empírico experimental.

**Ena Ramos Chagoya (2008)**, sostiene que: El experimento dentro de los métodos empíricos resulta el más complejo y eficaz; este surge como resultado del desarrollo

de la técnica y del conocimiento humano, como consecuencia del esfuerzo que realiza el hombre por penetrar en lo desconocido a través de su actividad transformadora. El experimento es el método empírico de estudio de un objeto, en el cual el investigador crea las condiciones necesarias o adecua las existentes, para el esclarecimiento de las propiedades y relaciones del objeto, que son de utilidad en la investigación.

<https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/#autores>

### **3.4. Diseño de investigación:**

El diseño de la investigación se consideró el experimental, con una selección de muestras estratificadas para el análisis sistemático del problema, entender su naturaleza y predecir su ocurrencia, dichos datos fueron recopilados en forma directa en la población interviniente.

#### **Hernández Sampieri, et al (2000) Diseño de Investigación experimental:**

Mencionan que el diseño de la investigación experimental se utiliza para establecer una relación entre la causa y el efecto de una situación. Es un diseño de investigación donde se observa el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente.

### **3.5. Población, muestra y muestreo:**

Etapa experimental: (Operatividad del prototipo, daños físicos y costos de cosecha)

#### **Población:**

Total, de zanahorias existentes en un campo de cultivo de cuatro hectáreas, ubicadas en las zonas de producción del Valle del Mantaro.

Total, de **productores de zanahoria** del Valle del Mantaro.

#### **Muestra de recolección de zanahorias:**

Cantidad en Kg de zanahorias cosechadas por 500 metros cuadrados (100 m<sup>2</sup> por zona de producción).

#### **Muestra de productores:**

Fueron de 10 productores de zanahorias, distribuido en cada distrito en estudio.

#### **Muestreo:**

Se aplicó la técnica de muestreo al azar.

Etapa descriptiva, sobre el nivel de aceptación del prototipo por la población en estudio.

<b>Datos básicos</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Siglas</b>	<b>Fórmula</b>
Fracción de estrato	f h	$f h = n/N$
Tamaño de muestra	n	
Tamaño de población	N	
Desviación estándar	S h	
Tamaño de muestra por estrato	K	$n h = N h * f h$
<b>Estimación de tamaño de muestra</b>		
<b>Estratos</b>	<b>Población total (N h)</b>	<b>Muestra / estrato <math>n h = N h * f h</math></b>
Chupaca		2
Orcotuna		2
Sicaya		2
Mito		2
Sincos		2
<b>Población total (N)</b>		<b>10</b>

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se utilizaron fueron la de recopilación de datos de:

**Fuentes primarias:** Considera la observación, la entrevista, encuesta, series estadísticas oficiales.

**Fuentes secundarias:** Toma en cuenta la información que ha sido encontrada por investigadores, pero que está a disposición de otros investigadores, como los resúmenes, compilaciones, catálogos, información publicada por centros de investigación especializadas.

#### 3.6.1. Técnicas de recolección de datos:

	<b>VARIABLES</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>IND</b>	Cosechadora de zanahorias	Diseño	Operatividad
<b>DEP</b>	Cultivo de zanahorias	Observación	Campo de producción
	Daño físico	Observación	Contada
	Costo de cosecha	Análisis económico	Rentabilidad
	Actitud de aceptación	Entrevista	Cuestionario

### **3.6.2. Procedimiento para la recopilación de datos:**

#### **3.6.2.1. En la parte experimental:**

##### **Daño físico de zanahorias:**

###### ***Zanahorias cortadas o mutiladas. -***

Se realizó el conteo de zanahorias dañadas físicamente (cortadas, aplastadas,) por la cosechadora, herramienta de cosecha, en sub áreas de muestreo (cultivo) de 1m<sup>2</sup>. La medida se expresa en número de zanahorias cortadas por m<sup>2</sup>.

###### ***Zanahorias aplastadas o pisadas. -***

Se realiza el conteo de las zanahorias que son aplastadas por el uso del prototipo de cosechadora o las cosechas tradicionales en las sub áreas de muestreo de 1 m<sup>2</sup>. La medida se expresará en número de zanahorias aplastadas por m<sup>2</sup>.

##### **Costo de cosecha de zanahoria:**

###### ***Costo de la cosecha. -***

Se estima el costo que demanda la cosecha de zanahoria en unidad de áreas de una hectárea por hectárea. La medida se expresará en soles por hectárea.

###### ***Rentabilidad Económica. –***

Con la información de los costos que generan las cosechas de zanahorias, se estimó la rentabilidad o mejora del mismo, al aplicar el prototipo de cosechadora. Se expresa en porcentaje de mejora de la ganancia.

#### **3.6.2.2. En la parte descriptiva:**

Nivel de actitud de aceptación de prototipo:

Se estimó mediante el análisis de los datos obtenidos de la aplicación de las entrevistas y cuestionario a los productores de zanahorias, la aceptación se define por cada zona de producción.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para la presentación de gráficos y tablas se utilizarán hojas de cálculo en Excel 2010 y el software estadístico S.A.S. versión 8., y todos los instrumentos de evaluación y sistematización de datos.

### 3.8. Descripción de la prueba de hipótesis

Tipo de hipótesis	Expresión estadística	Interpretación	Operatividad
General	<b>H<sub>0</sub>:</b> $Y \neq F(X)$ <b>H<sub>a</sub>:</b> $Y = F(X)$	<b>H<sub>0</sub></b> expresa que la variable Y no depende de X; <b>H<sub>a</sub></b> expresa que Y si depende de la variable X.	El diseño y construcción del prototipo de cosechadora de zanahorias agrícolas dependerá de los sistemas de siembra de zanahorias y el tipo de suelo que prevalece en el valle del Mantaro

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Presentación e interpretación de datos:

Para el desarrollo del proyecto de investigación diseño, construcción y evaluación del prototipo semi mecánico de cosechadora de zanahoria de tracción motriz para el Valle del Mantaro (figura 17). se tuvo que designar localidades representativas dentro del valle con mayor áreas de producción del cultivo de zanahorias, que se encuentran ubicadas especialmente en la provincias de: Chupaca; ,con sus distritos como Chupaca, Iscos, Huayao, Marcatuna, Huachac, Manzanares; Huancayo, con su distrito de Sicaya; Concepción sus distritos de Orcotuna y Mito; Jauja con sus distritos de Sincos, Huancaní y Huaripampa, lugares que cuentan con áreas agrícolas bajo riego y seco y tienen por costumbre desarrollar el cultivo de zanahoria durante todo año como alternativa de sus sembríos, así mímimo puedo referir que cada uno de las provincias citada cuentan con lavaderos especiales mecánicos eléctricos y espacios para la clasificación y embalaje del producto hacia el mercado local y nacional.



**Figura 17:** Mapa del Valle del Mantaro  
Fuente: Elaboración propia.

El prototipo en estudio cosechadora de zanahorias se construyó o fabricó en territorio nacional, en el taller mecánico industrial metalmecánico “HUAMANI” ubicada en la Esquina de la Av. Ruiz y el Jr. Patriota del distrito de Sicaya provincia de Huancayo, región Junín (fig.18) de propiedad del Sr. Edwin Carlos Huamaní Alanya, con RUC N° 10426101462, empresario con amplia experiencia en la fabricación y mantenimiento de implementos agrícolas.



**Figura 18:** Local de la industria Huamaní- Sicaya.  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1. Determinación de los parámetros para diseñar la construcción del prototipo de cosechadora semimecánico de zanahorias:

**Tabla 1**

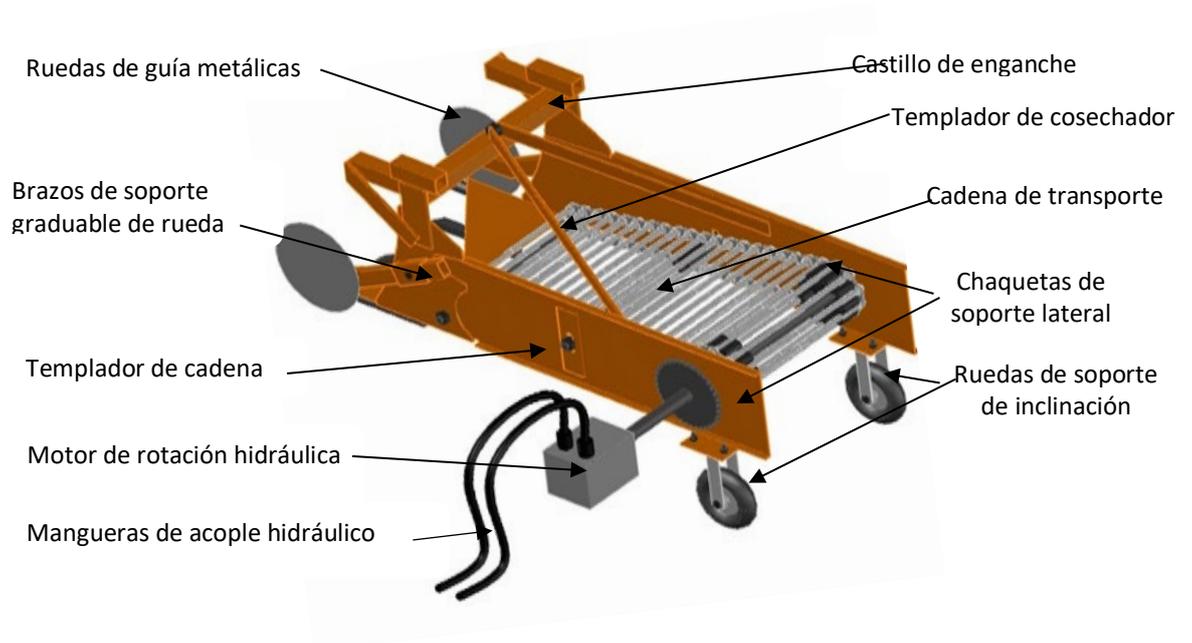
*Parámetros de Diseño para la Construcción de la Cosechadora de Zanahoria*

PARÁMETROS	DETERMINANTES
Función	Arrancar y dispersar bulbos de zanahorias
Dimensiones	Largo máx. 1,5 m, Ancho máx. 1 m, Alto máx. 1m.
Ancho de trabajo	Hasta 0.90 m
Fuerzas	Fuerza de corte y arrastre
Acople	Tres puntos
Soporte	Barra solida de acero
Accionamiento	Mediante la toma de flujo hidráulico
Desterronado de raíz	Cadena de chaquetas metálicas
Rejas	De 4 puntas solidas en plancha de penetración
Montaje	Tractor agrícola de 80 HP

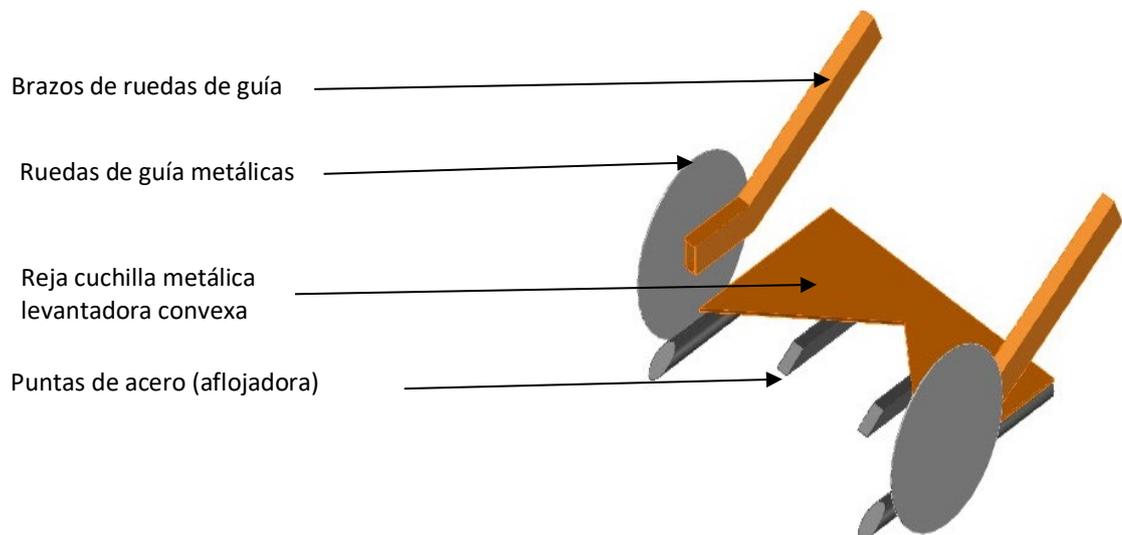
**Fuente:** Elaboración propia

## 4.1.2. Diseño y construcción del modelo del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria:

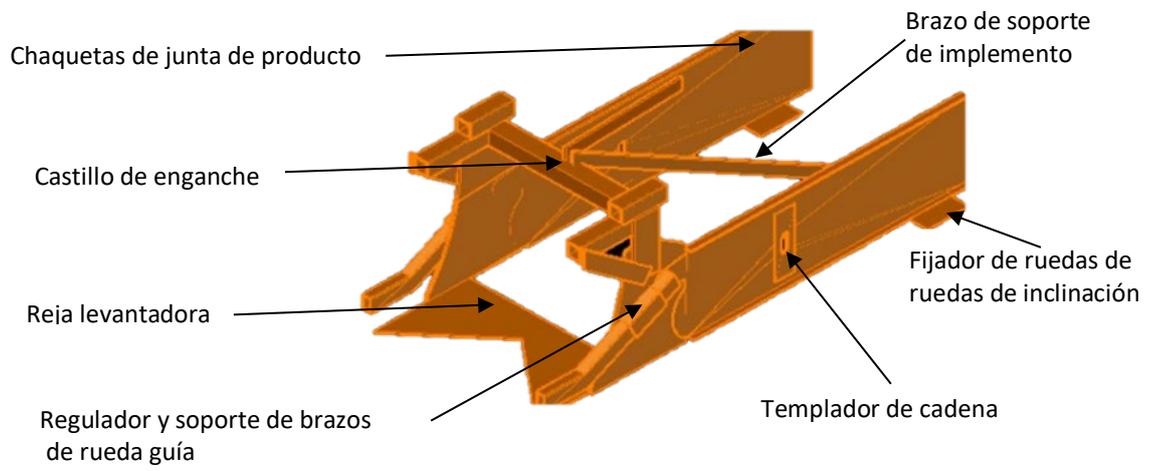
### 4.1.2.1. Módulos componentes del prototipo. –



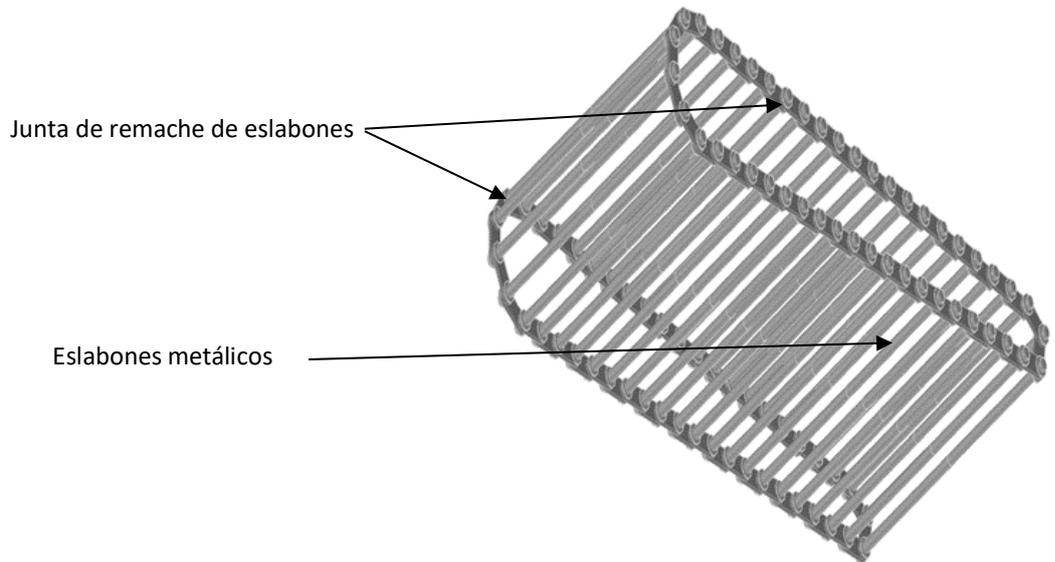
**Figura 19:** Prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias y sus partes principales



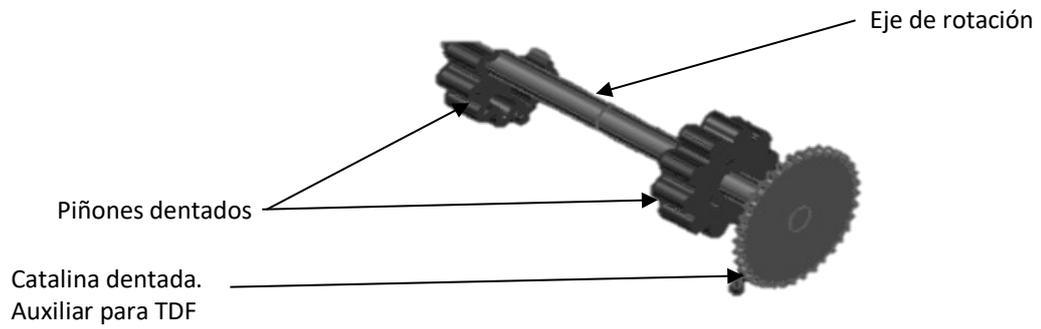
**Figura 20:** Módulo de aflojado y de levante del suelo de producto.



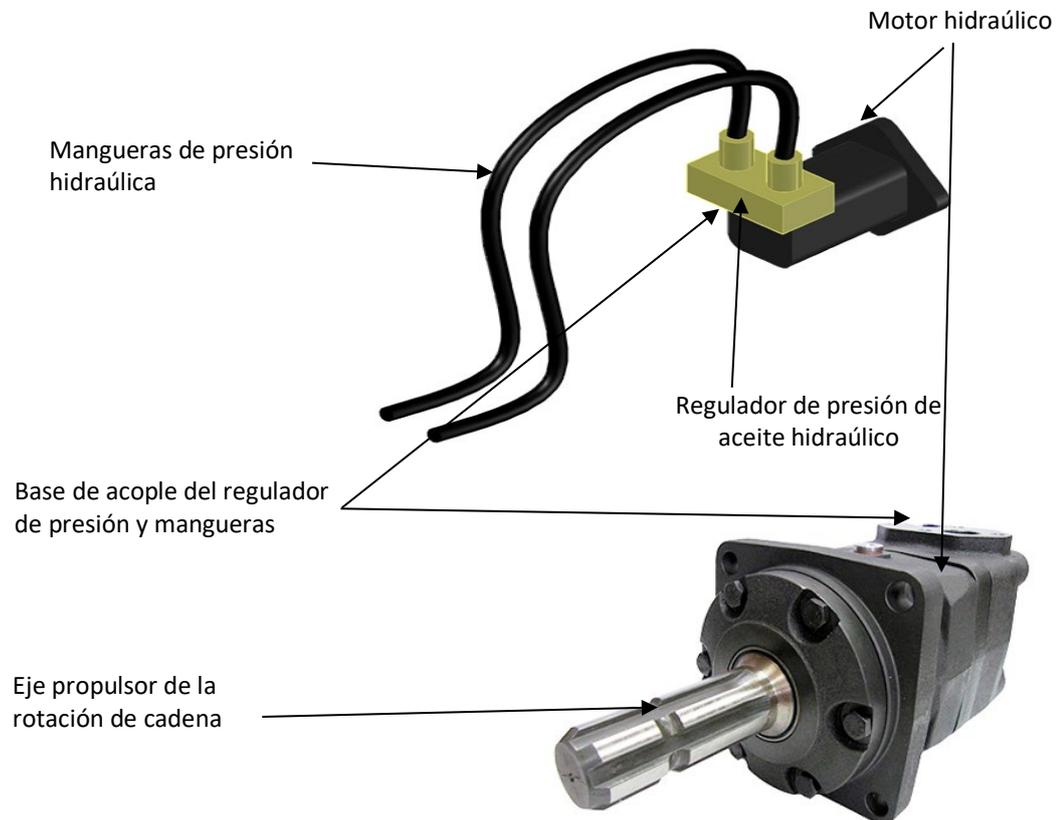
**Figura 21:** Chasis de soporte de cosechadora.



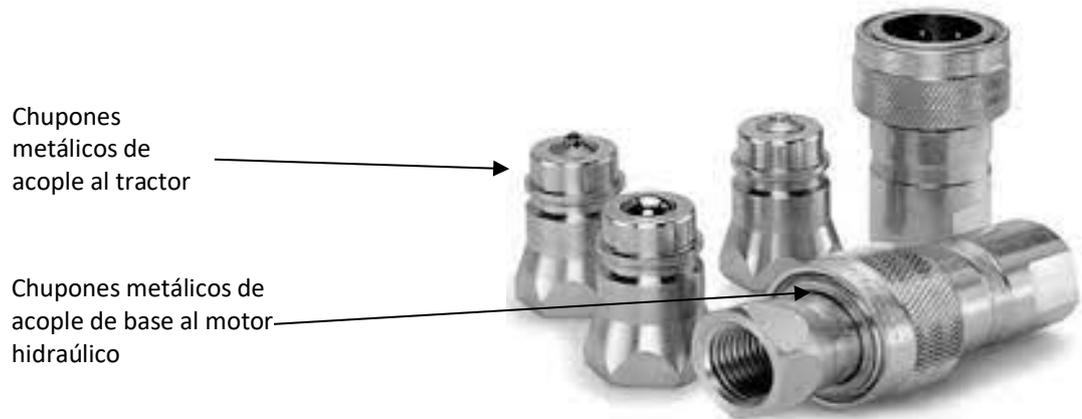
**Figura 22:** Cadena transportadora de producto de la cosechadora de zanahorias.



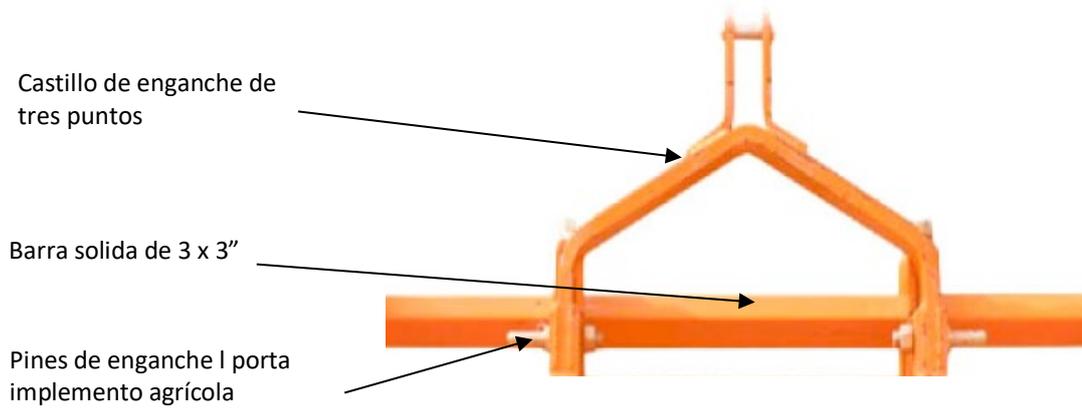
**Figura 23:** Piñones y eje de rotación de la cadena transportadora de producto del prototipo de cosechadora.



**Figura 24:** Motor hidráulico de rotación de la cadena transportadora de producto del prototipo de cosechadora.



**Figura 25:** Chupones metálicos de acople al tractor y al regulador de caudal de aceite del motor hidráulico



**Figura 26:** Castillo de enganche de implemento agrícola de tres puntos con barra solida de 3"

#### 4.1.2.2. Características de los módulos componentes del prototipo. -

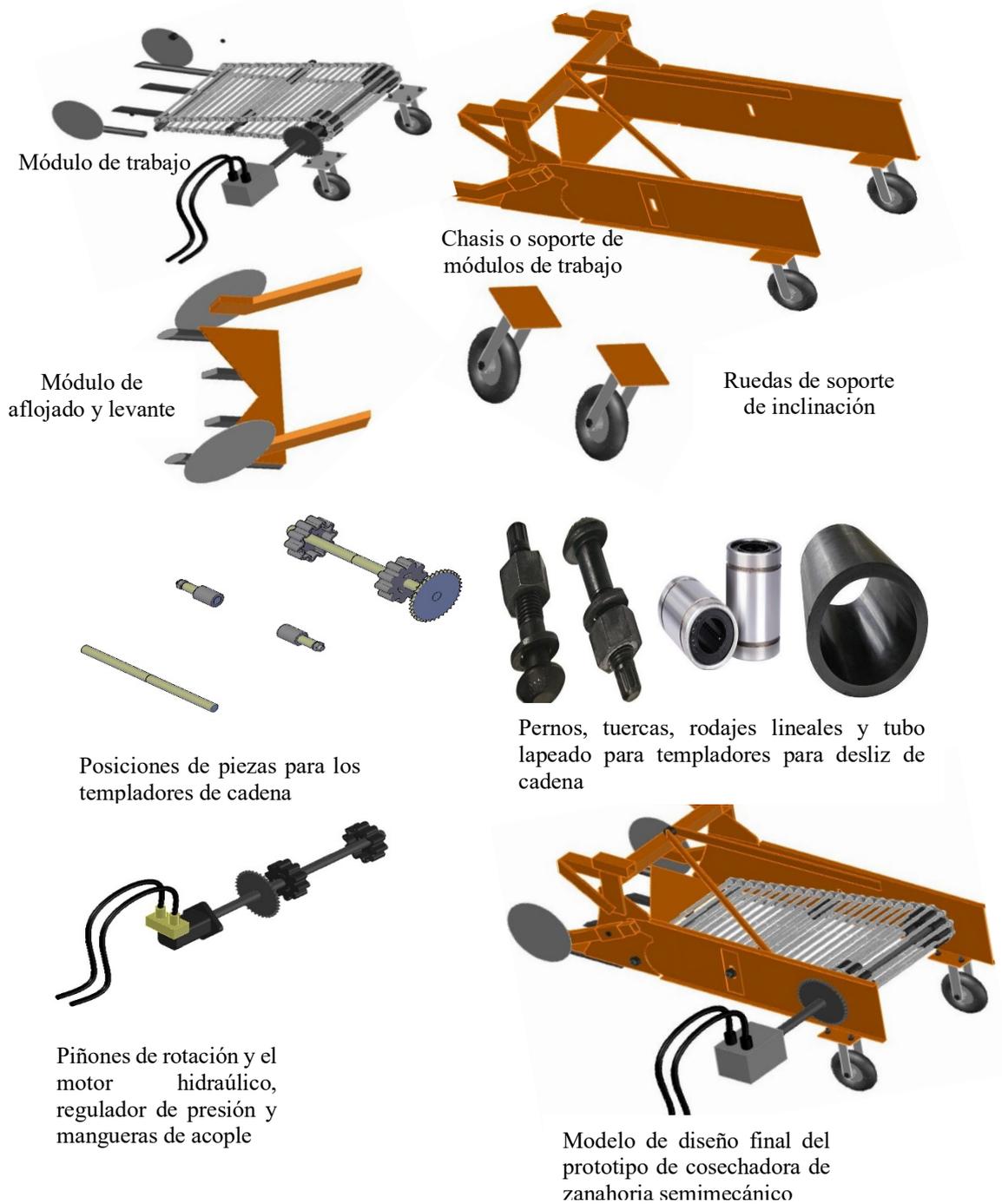
**Tabla 2**

*Descripción de las Características de los Módulos Componentes del Prototipo*

MÓDULOS	COMPONENTES	MEDIDAS	MATERIAL
<b>Módulo de aflojado y de levante del suelo de producto. Fig. 20</b>	Ruedas guía metálicas:2	30.00 cm de diámetro x 2.0 mm de espesor	Plancha de acero
	Brazos de rueda guía de implemento:2	Brazo de soporte de 55.00 cm. con un doblez de 75° en 15.00 cm en un extremo.	Barra solida cuadrara de fierro metálico de 55.00 mm por cada lado
	Reja cuchilla metálica:1	Plancha de 60.00 cm de largo por 33.00 cm de ancho, con corte angular de 10.00 cm centrales.	Plancha de acero tríplex de 10 mm de espesor
	Puntas de acero .4	15.00 cm de largo, espaciados entre 15.00 cm.	Barra solida cuadrada de acero de 3.8 cm de diámetro
<b>Chasis de soporte de los módulos de trabajo. Fig.21</b>	Chaquetas laterales metálicas: 2	1.40 m de largo x 0.355 m de ancho	Planchas reforzadas de 6.00 mm y plancha simple de 3.mm
	Castillo de enganche	63.00 cm de ancho con base 21.00 cm de enganche	Tubos cuadrados de 6.00 cm por lado x 3.00 de espesor
	Soporte de ruedas de inclinación	Base cuadrada con 4 orificios y de 15. 00 por lado	Plancha metálica de 5.00 mm de espesor
	Regulador y soporte de brazos de rueda guía	Tubo cuadrado en línea recta de 20.00 cm	Tubo cuadrado de 55.00 mm de lado x 3.00 de espesor
	Templador roscado de cadena transportadora	Pernos de 12.00 cm de largo, tuercas de 35.00 mm y rodajes lineales con tubo lapeado	Pernos y tuercas de fierro acerado, con rodajes sellados.

	Ruedas de soporte de inclinación.	Ruedas de 25.00 cm de diámetro	Ruedas de goma, con enganche metálico.
	Brazos de soporte de implemento	Cinta metálica de 48.00 cm de largo	Platina de 8.00 mm de espesor
<b>Cadena transportadora Del producto zanahorias. Fig. 22:</b>	Cadena metálica de varillas	53.00 cm de ancho con 46 eslabones, espaciados a 3.70 cm entre varillas	Varillas de acero de 11.00 mm de espesor
	Unión de eslabones	Remaches metálicos	Remaches metálicos
<b>Piñones de rotación y eje de cadena t. Fig. 23</b>	Piñones metálicos:2	17.30 cm de radio con 10 unidades dentadas de giro, con 1.10 cm de espesor y 7.00 cm de ancho	Piñones de polietileno procesado
	Eje metálico circular: 1	90 cm de largo x 3.30 cm de diámetro	Eje de fierro fundido.
<b>Motor hidráulico de rotación de la cadena. Fig. 24</b>	Mangueras de presión hidráulica	Mangueras de $\frac{3}{4}$ de alta presión	Mangueras triplex de alta presión.
	Regulador de presión de aceite hidráulico	Rotor de aceite hidráulico metálico	Rotor hidráulico metálico con regulador de rosca
	Eje propulsor de rotación	Eje del motor hidráulico de 30.00 mm de diámetro	Eje de acero especial
<b>Chupones. Fig.25</b>	Chupones metálicos de acople al tractor y base	Machos y hembras de $\frac{3}{4}$	Chupones metálicos

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 27:** Módulos que componen el prototipo para su ensamblado



Vista del motor hidraulico de rotación.



Vista del prototipo de cosechadora de zanahoria



Vista de la posición de cadena y piñones



Vista del prototipo de cosechadora de zanahoria acoplado al tractor agrícola en la barra sólida

**Figura 28:** Vista real del prototipo de cosechadora de zanahoria, en contraste con el diseño.

#### **4.1.3. Evaluación del funcionamiento del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias:**

El prototipo cosechador de zanahorias se probó en los campos designados de los productores de zanahoria de los distritos de Chupaca, Sicaya, Orcotuna, Mito, y Cincos, en áreas de 500 m<sup>2</sup>. Inicialmente el implemento ha presentado algunos desperfectos, tales como rotura en los eslabones de la cadena, falta de lubricación en las catalinas, rodillos y ejes, chumaceras, los mismos que fueron solucionados en el campo al momento de la prueba y en el taller mecánico de fabricación; reiniciándose las pruebas, considerándose los siguientes;

1. La cosechadora de zanahoria (prototipo) conformado de órganos móviles requerían una lubricación por lo que se verificó su estado antes de poner en funcionamiento.
2. Se enganchó y aseguró bien el equipo a la barra de tiro de enganche del alzamiento hidráulico del tractor.
3. Se realizó el acople del motor hidráulico de la cadena transportadora de la cosechadora hacia el tractor, mediante dos mangueras de alta y sus chupones correspondientes.
4. Se tensaron las barras estabilizadoras o los tensores de husillo que llevan los tractores, para asegurar la sujeción de la máquina sin movimientos de vaivén,
5. La alineación del implemento en relación al tractor ubicar de en posición horizontal se realizó mediante los brazos reguladores de estabilidad
6. Para la nivelación de la arrancadora de manera longitudinal, (largo) Se realizó a través del brazo del tercer punto de enganche del tractor y;
7. Finalmente quedó punto de operación la cosechadora acoplada al tractor, que tiene el control remoto para regular la profundidad de penetración de la reja de corte del suelo normal de trabajo, y la rotación de la cadena transportadora, por lo que se completa el efecto.
8. Se reguló la velocidad de reacción del sistema hidráulico que controla el motor hidráulico que hace girar la cadena transportadora de zanahoria.
9. Se procedió a la operación de cosecha o arrancando de zanahoria del suelo,

con la reja convexa y cuatro puntas de acero regulando la profundidad de penetración con los brazos hidráulicos del tractor. Las ruedas que lleva la cosechadora sirven como limitante de profundidad y no se utiliza para el transporte del equipo.

#### 4.1.4. Análisis económico en comparativo de los costos de cosecha de la zanahoria, manual con el nuevo prototipo semimecánico.

**Tabla 3**

*Costos de Cosecha de Zanahorias por Hectárea Manualmente*

V.	COSECHA:	Unidad	Cant.	C. Unit. S/.	C. Total S/.
					<b>3,600.00</b>
19.	Corte de follaje	Jr.	2	50.00	100.00
20.	Arrancado de raíces	Jr.	25	90.00	2250.00
21.	Selección, envasado lavadero	Jr.	25	50.00	1250.00

Tiempo requerido: 5 días

Datos tomados del costo de producción de zanahorias/ha (anexos)

**Tabla 4**

*Costos de Cosecha de Zanahorias por Hectárea con el Prototipo Semimecánico*

V.	COSECHA:	Unidad	Cant.	C. Unit. S/.	C. Total S/
					<b>1,580.00</b>
19.	Corte de follaje	Jr.	2	50.00	100.00
20.	Arrancado de raíces	HM	4	120.00	480.00
21.	Selección, envasado lavadero	Jr.	20	50.00	1000.00

Tiempo requerido: 1 día.

Datos de cosecha de zanahorias/ha, con el prototipo semimecánico (anexos)

#### 4.1.5. Análisis económico de la fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias:

Los costos que se toman en cuenta son los siguientes:

1. Materia prima
2. Mano de obra.
3. Ingeniería

**Tabla 5**

*Costos de la Materia Prima*

Descripción	Cantidad	V. Unit. (\$)	V. Total (\$)
Eje AISI 1045 - 300 X Ø38 (mm)	1	18	18.00
Plancha de acero A36 - 500 X 1500 X 6 (mm)	1	35	35.00
Plancha de acero A36 - 200 X 1500 X 10(mm)	1	40	40.00
Plancha de acero 200 X 1200 X 20 (mm)	1	75	75.00
Ángulo 3 X ¼ X 40 (pulg.)	1	10	10.00
Ángulo 2 X ¼ X 20 (pulg.)	1	7,50	7,50
Electrodo 7018 ( lb)	4	3,50	14.00
Electrodo 6011 (lb)	4	3	12.00
Grata	1	4,50	4,50
Disco para pulir	1	4	4.00
Disco de corte 9" Metal	1	5,50	5,50
Broca 5/8" (cobalto)	2	6	12.00
Broca 3/8" (cobalto)	2	4,50	9.00
Pernos 5/8 X 2 (pulg.)	16	1,35	21,60
Pernos 5/8 X 1 1/2 (pulg.)	7	1,20	8,40
Pernos 3/8 X 1 1/2 (pulg.)	8	0,60	4,80
Pernos 3/8 X 1 (pulg.)	8	0,45	3,60
Arandelas de presión (1/2 lb)	5	0,40	2.00
Motor hidráulico de rotación de cadenas	1	200.00	200.00
Mangueras de acople hidráulico y chupones	2	30.00	60.00
Cadena transportadora metálica 3.50 m	1	120.00	120.00
Poleas dentadas	3	25.00	75.00
Pintura verde (lt)	2	9	18.00
Pintura amarilla (lt)	1	9	9.00
Pintura de fondo (lt)	1	7	7.00
Tiñer (lt)	5	0,8	4.00
Guaípe, lijas	1	3	3.00
Mascarilla, guantes	1	5	5.00
		<b>TOTAL</b>	<b>787,90</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 6***Costos de Mano de Obra*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Unitario (\$)</b>	<b>V. Total (\$)</b>
Torneado de eje y base	1	20	30.00
Maquinado de base para poleas	3	10	30.00
Armado de la estructura principal	1	300	300.00
Construcción del soporte laterales	1	100	100.00
Construcción de brazos porta cosechadora	1	25	30.00
Ensamble final	1	50	50.00
Pintado del apero	1	60	60.00
		<b>TOTAL</b>	<b>600.00</b>

*Fuente:* Elaboración propia**Tabla 7***Costos de Ingeniería*

<b>Descripción</b>	<b>Valor (\$)</b>
Diseño y selección de elementos mecánicos	100.00
Análisis estructural de la máquina	120.00
Elaboración de planos	150.00
<b>TOTAL</b>	<b>370.00</b>

*Fuente:* Elaboración propia**Tabla 8***Costos Totales*

<b>Descripción</b>	<b>Valor (\$)</b>
Materia prima y componentes mecánicos	787,00
Mano de obra	600.00
Ingeniería	370.00
SUB TOTAL	1757.00
IMPREVISTOS (10%)	157.,38
<b>TOTAL</b>	<b>1,914.00</b>

*Fuente:* Elaboración propia

## **4.2. Discusión de resultados:**

### **4.2.1. Determinación de los parámetros para diseñar la construcción de la cosechadora semimecánico de zanahorias.**

La determinación de los parámetros para la construcción de la cosechadora de zanahorias se realizó en base a los descritos por “La Asociación Alemana de Ingeniería” (Verein Deutscher Ingenieure), que en 1987 elaboró la metodología VDI-2221, esta metodología es la evolución de la VDI-2222; esta metodología consta de 4 etapas y 7 fases como se muestra en la figura 17 en relación a las normas técnicas, estas normas son aplicadas mayormente en el área de la Ingeniería Mecánica

#### **1. Definición y clarificación de tareas:**

Especificaciones. -

En esta fase se recolectó la información necesaria para el diseño de un nuevo producto, la información recolectada parte de la necesidad del cliente que es recibida y analizada ya que en su mayoría esta información no fué completa. Para que el diseñador valide los datos recibidos por parte del cliente, se tuvo que buscar que buscar más información en el campo donde va a trabajar la cosechadora de zanahorias.

#### **2. Determinación de las funciones y sus estructuras:**

Estructura de funciones. -

Se inició con la elaboración de una lista de exigencias, esta información en su mayoría nos lo otorga el cliente. Las funciones primarias del producto o diseño se detallaron en la caja negra, y las secundarias en la caja blanca. Con las funciones ya definidas se unen o asocian para simplificar los procesos.

#### **3. Búsqueda de principios de solución y sus combinaciones:**

Solución principal. -

Es la búsqueda de diversas alternativas de solución del producto o diseño, para el cual se utilizó una matriz morfológica en la cual determinamos diversas alternativas por cada función, y al combinarlas se obtuvo más de una alternativa de solución. Para determinar cuál sería la solución óptima o adecuada se realizó un análisis técnico y económico.

#### **4. Determinación de las funciones y sus estructuras:**

Estructura molecular. -

Consistió en analizar las combinaciones que se realizaron en la matriz morfológica y así visualizar sus funciones, teniendo en cuenta la potencia, tamaño, etc. con esto definimos las especificaciones que debe de contar la maquina antes de realizar el bosquejo inicial.

#### **5. Desarrollo del diseño de módulos clave:**

Diseño preliminar. -

Es el bosquejo artístico donde se tomaron en cuenta la geometría de los módulos de la máquina y de los materiales a utilizar con el fin de obtener los diseños de cada módulo componente de la máquina.

#### **6. Determinación de las funciones generales:**

Diseño definitivo. -

Es el bosquejo artístico de la unión de los módulos, los cuales tienen la mayor cantidad de información necesaria que se utilizó en el bosquejo a modelar.

#### **7. Preparación de las instrucciones de operación y producción:**

Documentos del producto. -

Etapas finales donde se obtuvo la información necesaria para la fabricación, estos constan en los planos de montaje, explosión y de detalle, elaborados por el diseñador.

### **4.2.2. Diseño y construcción del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria**

Los datos de campo y taller me llevaron a desarrollar y evaluar la matriz morfológica donde consideramos el tipo de reja, traslación, acoplamiento al tractor, cadena de transporte de tierra y raíces, sistema de transmisión de fuerza y movimiento, regulación lateral del implemento a la línea de cosecha, característica del chasis, mecanismo de vibración de la zaranda para la descarga del producto (zanahoria) cosechado. Esta valoración nos permitió calificar la arrancadora de zanahorias como alternativa a incrementar ventajas

tecnológicas, diseñando fabricando y probando el enganche tres puntos con más variaciones de trabajo y la rejilla transportadora de zanahorias. Como anexo se presentan los planos detallados para la fabricación nacional de la arrancadora; con más ventajas en su diseño que puede ser usada por una empresa interesada en reproducirla a futuro. El diseño y la construcción del nuevo implemento ofrece alternativas que puede optimizar aún más variando la posición del implemento desde posiciones tras del tractor o como a los lados laterales de las ruedas posteriores especialmente al lado izquierdo, sin modificar la trocha del tracto, todo esto de acuerdo a la posición del lomo de surco a cosecharse. Las rejillas transportadoras de descarga posterior permiten que durante el desplazamiento en campo de la cosechadora ha determinado un ahorro del 50% en el uso de mano de obra al momento de arrancar debido de los obreros que acopian y ensacan la zanahoria debido a que la máquina durante su ida y regreso extrae de suelo las raíces y los deja en la misma línea de descarga y las velocidades de desplazamiento del tractor durante las operaciones de cosecha y la frecuencia de vibración de la zaranda está en función a las características del suelo, para suelos pesados la velocidad será menor y la vibración será mayor; para suelos ligeros la velocidad será mayor y la vibración será menor, debido a que la cohesión entre zanahoria y tierra varía de acuerdo a la densidad del suelo.

#### **4.2.3. Evaluación del funcionamiento del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias:**

1. La prueba de campo de eficiencia que se desarrollaron en la zona de estudio tienen tendencias o aproximaciones de características físico-química (textura, materia orgánica y pH) de los suelos de los distritos de las cuatro provincias que conforman el valle del río Mantaro: Jauja, Concepción, Chupaca y Huancayo (Oscar Garay C. y Alex Ochoa A. 2010). Y en cuanto a textura, la mayor parte de los suelos mostraron a ser franco-arcillo-arenosos y francos arenosos. Referente al contenido de materia orgánica, mostraron, en su mayoría, suelos bien provistos, y lo que resalta también es

que, en los suelos de las cuatro provincias, motivo del presente trabajo, no se encontraron suelos pobres y muy pobres en su contenido de materia orgánica.

2. Inicialmente el implemento ha presentado algunos desperfectos en las pruebas iniciales, tales como rotura en los eslabones de la cadena, falta de lubricación en las catalinas, rodillos y ejes, lo que ocasionó paralizaciones en campo, los mismos que fueron solucionados en el campo y taller mecánico de fabricación al momento de la prueba. Reiniciándose las pruebas, considerándose los siguientes:
  - 2.1. La cosechadora de zanahoria (prototipo) conformado de órganos móviles requieren una lubricación con grasa gruesa, por lo que se verificó su estado antes de poner en funcionamiento.
  - 2.2. El diseño y la construcción de la nueva máquina tiene una ampliación de alternativas en el acople a tres puntos tractor-implemento de 0.80 m adicionales, el cual se puede optimizar aún más variando la posición del implemento desde posiciones tras del tractor o como a los lados laterales de las ruedas posteriores especialmente al lado derecho, sin modificar la trocha del tracto, todo esto de acuerdo a la posición del lomo de surco a cosecharse.
3. Durante el trabajo pueden surgir problemas como:
  - 3.1. Si la arrancadora no penetra al suelo, proceda de la siguiente forma.
    - Verifique si la arrancadora está correctamente nivelada, tanto en el sentido longitudinal como transversal.
    - Verifique la velocidad del piñón hidráulico
  - 3.2. Si la arrancadora pierde fuerza durante el trabajo;
    - Verifique el estado de los elementos de transmisión
    - Verificar el estado de la cadena transportadora.
    - Regular la entrada del aceite al motor de cadena transportadora, para darle más tensión y aumentar la tracción de transporte de raíces.
4. Se realizó la prueba de eficiencia de trabajo teniendo en cuenta los

cuidados y técnicas de operación para la conservación y el buen funcionamiento del equipo y poder sacarle el máximo provecho y mayor durabilidad de los órganos que la conforman, que constan de puntos fundamentales y prácticos, desde preparación hasta la ejecución del trabajo, como también el traccionamiento del equipo en k/h con un tractor agrícola de 80 hp promedio de fuerza de tiro, así mismo se tuvo en consideración la profundidad de entierro de la reja arrancadora y otras medidas que se deberán tener en cuenta para el correcto empleo de la máquina para el fin que está diseñada, teniendo en cuenta las medidas de seguridad.

#### **4.2.4. Análisis económico de los costos de cosecha de la zanahoria con el nuevo prototipo semimecánico y la forma tradicional manual.**

El análisis nos refleja un resultado positivo, ya que con el sistema tradicional de manera manual se desarrolla esta actividad con un monto de S/. 3,600.00 NS y se demoran un promedio de 5 días de trabajo, mientras que con la cosechadora de zanahorias semimecánico el costo es de S/. 1,580.00 NS, y esta actividad lo realizan en un solo día trasladándolo al lavadero.

**Siendo** el costo-beneficio (B/C) también conocido como índice neto de rentabilidad y su valor se obtiene al dividir el Valor Actual del ahorro total netos o beneficios netos (VAN) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) realizados durante la cosecha:

$$\text{Relación costo beneficio} = \frac{2020.00 \text{ NS (ahorro con cosechadora semimecánico)}}{3600.00 \text{ NS (gasto de cosecha manual tradicional)}} = 0.56$$

#### **4.2.5. Análisis económico de la fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias:**

Los costos que se tomaron en cuenta para la fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias para el Valle del Mantaro fueron:

1. Materia prima
2. Mano de obra.
3. Ingeniería

Los cuales fueron tomados en cuenta de manera referencial en dólares americanos y que en cualquier momento puede llevarse a su tipo de cambio, siendo el resultado de los costos de materia prima en una cantidad de \$.787.00, el de mano de obra de \$. 600.00, el de costos de ingeniería de \$.370.00, con imprevisto considerado el 10% de \$157.00, haciendo un total de \$. 1914.00.

### 4.3. Prueba de hipótesis:

**Ha:**  $Y = F(X)$ ; se expresa que Y sidepende de la variable X; consecuentemente el diseño y construcción del prototipo de cosechadora de zanahorias agrícolas dependió de los sistemas de siembra de zanahorias y el tipo de suelo que prevalece en el valle del Mantaro

**Comprobándose la hipótesis central:** que el diseño y construcción de prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias, **SI** permitirá mejorar las cosechas en el Valle del Mantaro; afirmándose las hipótesis específicas:

**H<sub>1</sub>** permite mejorar la gestión de las cosechas en al menos 30 % de los costos de la cosecha.

**H<sub>2</sub>:** Existe aceptación de los productores de zanahoria al uso del prototipo de cosechadora de zanahoria porque permite mejorar la gestión de las cosechas. Lo que se concluye para el presente que el implemento construido cumple con las exigencias establecida por los productores de zanahoria, habiéndose estipulado el tamaño de la máquina según medidas básicas como son ancho de los surcos en la siembra de zanahoria y profundidad de penetración.

## CONCLUSIONES

El Proyecto de Investigación cumplió con el objetivo llevando a cabo con éxito, el diseño y construcción del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias para el Valle del Mantaro y sus análisis respectivos de eficiencia de uso en campo, análisis económico de su fabricación y el análisis de rentabilidad que genera al productor, concluyéndose en:

- La máquina diseñada cumple con las exigencias establecida por los productores de zanahoria.
- El tamaño de la máquina estipula medidas básicas como son ancho de los surcos de zanahoria y la profundidad de penetración al suelo en trabajo.
- Los esfuerzos generados influencia, tanto en la cuchilla, en la cadena transportadora, en el soporte del implemento y en el sistema fuerzas para el motor hidráulico de la cadena transportadora de raíces son aceptables.
- El implemento agrícola puede ser tirado por tractores desde 50 hasta 90 HP, dependiendo del tipo de suelo en sus características y humedad y criterios de operatividad del implemento.
- La relación costo beneficio para la cosecha es positivo, reflejándose en 0.56
- El tiempo de trabajo de cosecha de la zanahoria se reduce a un solo día por hectárea.
- Los daños físicos también se reducen encontrándose solo un 5% de malogrados.
- El diseño de la máquina tiene un costo al alcance de los agricultores.
- Los materiales que se utilizaron para la fabricación, se encuentran en el mercado local, como son las representantes de las marcas Sider Perú y Aceros Arequipa.
- El mantenimiento de la máquina será fácil, debido a que no cuenta con numerosas partes móviles y no necesita de lubricantes

Se concluye que este tipo de equipo con factores de seguridad es aceptable para la arrancado o extracción de zanahorias, por la sencillez que representa su armado debido a su facilidad de su regulación, diseño, adquisición de materiales y operación que presenta este tipo de implemento agrícola.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso del prototipo de cosechadora para mejorar el rendimiento, tiempo y reducir los daños físicos del producto en la cosecha de zanahorias en el Valle del Mantaro.

- Se sugiere diseñar y construir diversos aperos y equipos para tractores de mayor potencia superior a los 100 HP. que ayuden a aumentar de la producción agrícola.
- Se debe efectuar un manual de diseño y operación del equipo de cosechadora de zanahorias, como apoyo a su diseño y a su uso.
- Se propone conocer los suelos antes de efectuar el trabajo previsto, y limpiarlos de obstáculos peligrosos y calcular la humedad adecuada para el uso eficiente del implemento mecánico y evitar el desgaste excesivo del equipo.
- Llevar a cabo la construcción del implemento semimecánico cosechadora de zanahorias en cualquier taller mecánico agrícola en vista que sus piezas o partes se pueden adquirir o fabricar con facilidad, así como su montaje y acople al tractor agrícola.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariel Belavi (2017). *Producción de zanahoria en la provincia de Santa Fe*. Ediciones INTA de Tecnología Agropecuaria. P. 15-22.
- Busalacchi, M. (2017). *Re: Proceso de diseño de Maquinaria Agrícola*. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/164672/paso-paso-como-sediseña-maquinaria-agricola>. Agrofy, Rosario – Argentina.
- Cross, N. (2002). *Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos*. Traducido por: Fernando Roberto Pérez Vásquez, Edit. Limusa, México.
- César Augusto, Díaz Gonzales (2021). “*Manejo del cultivo de zanahoria (Daucus carota) CV. Japonesa en el Valle de Cañete*” trabajo de suficiencia profesional para optar el título de: ingeniero agrónomo UNALM.
- DONOSO - HUARAL (2012) Programa Nacional de Investigación en Hortalizas. Estación Experimental Agraria. *Revistas informativas. MINAGRI-Perú*
- Espinoza Montes, Ciro A. (2014). *Metodología de la Investigación pensando en sistemas*. UNCP. Edit. Huancayo. P.187
- Ena Ramos, Chagoya (2008). *Métodos y técnicas de la investigación*. Minatitlán, México.
- Elena Blanco, Romero (2015) *Metodología para el diseño de máquinas adaptadas a comunidades en desarrollo*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.
- Fernando Miguel, Fernández (2012). *Manual de producción de zanahorias*. Santiago del Estero – EE. INTA. Segunda edición. Edic. Santa fé. Argentina
- Fernández de Ortega, L. (2017). *Re: Building Economics: Theory and Practice*: <http://youtu.be/dhQ3jDa8Jq8> Publicado por Jefferson en 13:54
- Garro Santillana, L. (2018). *Diseño, construcción y evaluación de un prototipo arrancadora de papa con tracción mecánica*. Tesis de Maestría. Ingeniería Agrícola. UNALM.
- Guglielmetti, H. (2014). *Re: Cosecha de papas*. *IPA La Platina N° 21*. 3 p. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR00527.pdf>
- Herrandina, (2010). *Maquinarias Agrícolas*. Cooperación Técnica del gobierno Suizo.

- 1ra Ed. Tomo I–II, Lima Perú. 245 p.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado C. y Baptista lucio P. (2000). *Metodología de la Investigación*, Mc Graw Hill, México.
- Julio Gaviola (2015). Cultivo de la zanahoria. - *Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.*  
*Ira ed. P. 25-30*
- Kehr, M. E., & Bórquez, B. C. (2010). La Zanahoria como una hortaliza para procesamiento industrial. *INIA-Revista Tierra Adentro, N° 88*
- Lazo Baltazar, B. D., Huatuco Gonzales, M. (2010). *Re: Diseño de una máquina cosechadora de zanahoria*. Tesis de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional del Centro del Perú.  
<https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2010.7.1158>
- Labowsky, H. J. (1999). *Mechanization of carrot harvesting*. Die industrielle Obst- und Gemuseverwenung V.
- Lebohec, J., J. Pelletier (1978). *La carotte. Techniques modernes de production*. INVUFLEC, Paris, France, 123 p.
- Miranda, A., Valdés, G., Iglesias, S. y Lara (2013). Análisis de la Calidad de la cosecha de papa utilizando la arrancadora. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Ariguanabo 70Vol. 22, No. 3*
- Ortiz Cañavate, J. (2014). *Técnica de la Mecanización agrícola...* Edit. Mundi Prensa. Madrid España, 2da. Edición P.187
- Piras, N. (1979). *Re:Meccanizzazione della coltura della carota*. *Informatore di Orto floro fruticultura*. <https://pianetadiriserva.it/area-verde/orto/balcone/carote/>
- Riba Carles (2002). *Diseño concurrente*. Ed.UPC. Barcelona. Primera edición. P. 226
- Zambrano, J. (1999). *Coseche sus papas en menos tiempo y con menor daño*. Manual divulgativo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. P. 10.
- Pastor, D. (2004). *Re: Sistema de clasificación de papas Capiro y Canchan teniendo en cuenta su forma, tamaño y daños mecánicos*. Tesis de Ingeniería electrónica. UNI. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Lima, Perú. P.192.  
[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/995/1/pastor\\_td.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/995/1/pastor_td.pdf)

<https://agricultorfinesemana.wordpress.com/2015/09/27/definicion-de-peroagricola/>

<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/362/1/Maquinaria%20agricola%20varias.pdf>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Tractor>

<https://agraria.pe/noticias/precio-del-kilo-de-zanahoria-en-el-campo-tambien-sedesploma-15736>

<https://agricultorfinesemana.wordpress.com/2014/04/06/fresadora-o-tambien-conocida-como-rotabator/h>

# **ANEXOS**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA:**  
**“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO SEMIMECANICO DE COSECHADORA DE ZANAHORIAS  
 PARA EL VALLE DEL MANTARO”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS	INDICADOR	MEDIO VERIFICABLE
<p><b>Problema general:</b>                      ¿De qué manera el diseño y construcción de un prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias de tracción motriz mejorará la gestión de la cosecha de zanahorias en el Valle del Mantaro de la región Junín?</p> <p><b>Problemas específicos:</b>                      1.¿Cómo será el funcionamiento del prototipo de cosechadora de zanahorias para el Valle del Mantaro, región Junín?                      2.¿La cosecha de zanahorias con el uso del prototipo de cosechadora permitirá reducir los daños físicos, frente a la cosecha tradicional?                      3.¿El uso del prototipo de cosechadora semimecánico de zanahorias permitirá reducir los gastos de cosecha, frente a la cosecha tradicional?                      4.¿Cuáles serán los niveles de aceptación de los productores de zanahorias del Valle del Mantaro al uso del diseño y construcción del prototipo semi mecánico de cosechadora de zanahorias</p>	<p><b>1.General:</b>                      Diseñar, construir y evaluar el funcionamiento del prototipo semi mecánico de cosechadora de zanahoria de tracción motriz para el Valle del Mantaro en la región Junín,</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b>                      1. Determinar los parámetros para diseñar la construcción del prototipo de cosechadora semimecánico de zanahorias.                      2. Diseñar y construir un modelo de prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias.                      3. Evaluar el funcionamiento del prototipo semimecánico de cosechadora en el campo de producción de zanahorias.                      4. Análisis económico de los costos de cosecha de la zanahoria con el prototipo de cosechadora semimecánico y la forma tradicional manual.                      5. Análisis económico de fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria.</p>	<p><b>Hipótesis central:</b>                      El diseño y construcción de prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias, permitirá mejorar las cosechas en el Valle del Mantaro.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b>  <b>Ho:</b> El uso del prototipo de cosechadora de zanahoria permitirá mejorar la gestión de las cosechas en al menos 30 % de los costos de la cosecha.   <b>Ha:</b> Existe aceptación de los productores de zanahoria al uso del prototipo de cosechadora de zanahoria porque permite mejorar la gestión de las cosechas.</p>	<p><b>Variables independientes</b>                      Prototipo de cosechadora de zanahorias</p> <p><b>Variables dependientes</b>                      - Sistema de cultivo de zanahorias                      - Daños físicos de las zanahorias                      - Costo de cosecha - Nivel de aceptación de productores agrícolas</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Base de datos</li> <li>2. Grupo nominal</li> <li>3. Teoría</li> <li>4. Entrevistas en profundidad</li> <li>5. Grupos de discusión</li> <li>6. Historia de vida del productor agrícola</li> </ol>	<p><b>Tipos de siembra:</b>                      Surcos.                      Camellones.                      Melgas.</p> <p><b>Topografía:</b>                      Planos.                      Ligeramente inclinados,</p> <p><b>Textura:</b> Suelos Compactos                      Higroscopicidad: Húmedos. Secos</p> <p><b>Trocha de trabajo:</b> Ancho de corte.                      Profundidad de corte</p> <p><b>Acoplamiento de tiro</b>                      Acople principal.                      Soporte de Tiro.                      Soporte de cadena transportadora.</p> <p><b>Productores:</b>                      Pequeños                      Medianos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encuesta</li> <li>- Informe de los datos procesados</li> <li>- Presentación de Prototipo.</li> <li>- Prueba de eficiencia del prototipo</li> </ul>

# INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## Ficha de encuestas

OBJETIVO: Realizar un diagnóstico situacional de los factores de intervención en el proceso de cosecha de zanahorias que permita hacer un análisis para el diseño y construcción del prototipo de cosechadora de zanahoria para el Valle del Mantaro.

Apellidos y Nombres .....

Dirección.....

Distrito.....Provincia.....

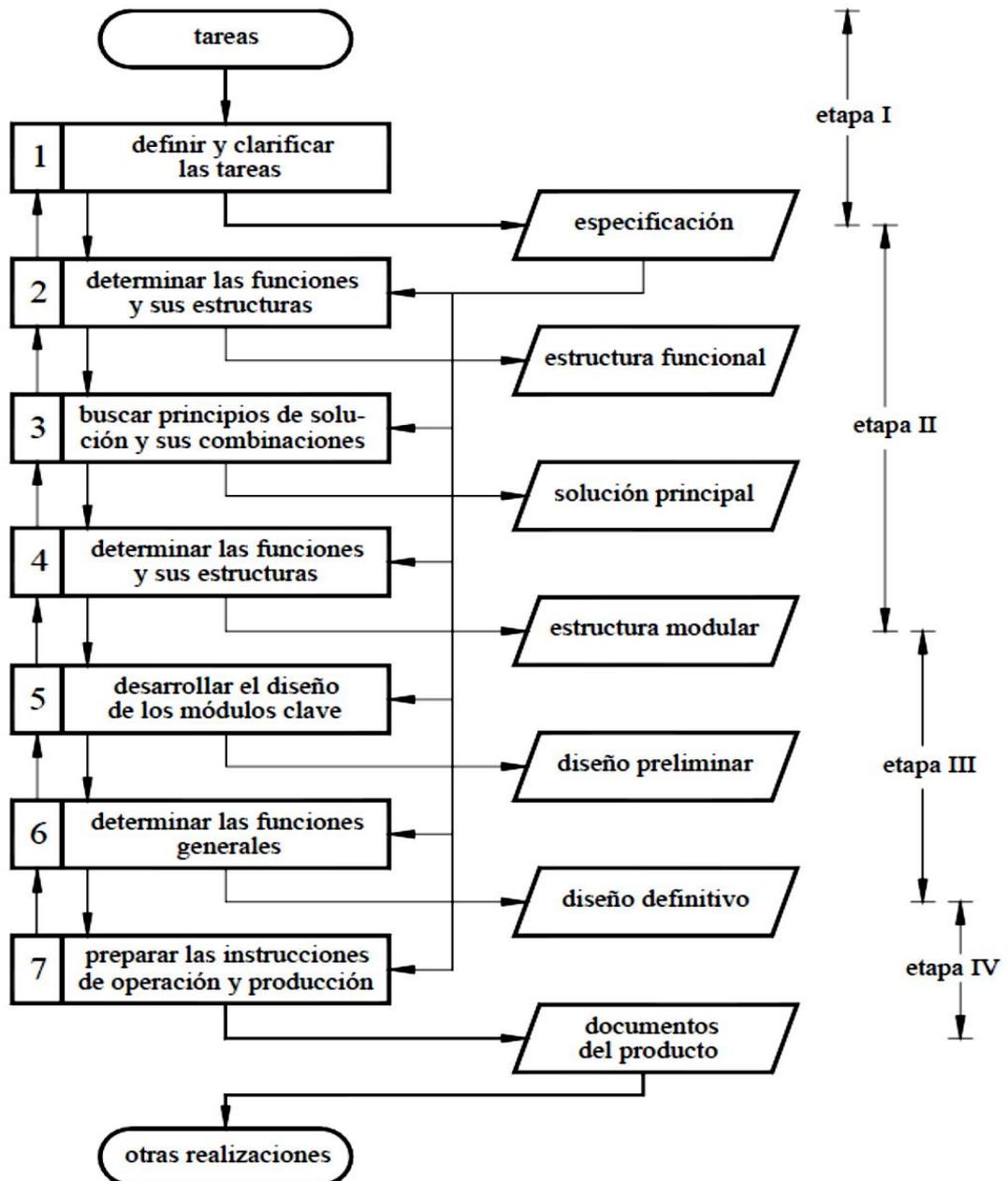
N° Celular.....Email.....

<b>A: ACTIVIDAD ECONOMICA:</b>
¿Cuál su actividad agrícola principal? Agricultura ( ) Ganadería ( ) Ambos ( ) Otros Cultivos: ( ) especies:..... .....
<b>B: SOBRE EL CULTIVO DE ZANAHORIAS:</b>
¿En qué campaña agrícola produce el cultivo de zanahoria? C. Grande ( ) C. Chica ( ) Todo el año ( )
¿Qué extensión de cultivo de zanahoria siembra? ..... has.
¿Qué dificultades tiene en el proceso del cultivo? ..... .....
¿Cuánto es su gasto en la producción de zanahorias por ha? .....
¿Cuál es la actividad del cultivo que le demanda mayor gasto? .....
¿Cuánto es su gasto promedio en la cosecha de zanahorias por ha? .....
¿Existe disponibilidad suficiente de personal para la cosecha de zanahorias? ..... y cuál cree que sea el motivo (s): .....
¿Tiene alguna idea de rebajar los gastos de cosecha?..... de que manera?.....
¿Conoce alguna cosechadora de zanahorias en el Perú?..... (si conoce) donde la vió pro ultima vez?..... que le pareció su trabajo?.....

<p>¿Le gustaría tener acceso al uso de ese equipo o implemento?.....</p> <p>(si), por</p> <p>qué?.....</p>
<p>¿El implemento que conoce es de tracción animal o mecánica?</p> <p>.....</p>
<p><b>C: USO DE MAQUINARIA AGRICOLA:</b></p>
<p>¿Utiliza maquinarias para la actividad agrícolas? Siempre ( ) A veces ( ) Nunca ( )</p> <p>¿Por</p> <p>qué?.....</p> <p>¿Qué</p> <p>tipos?.....</p> <p>¿Con que</p> <p>frecuencia?.....</p>
<p>¿En qué labores agrícolas utilizas esas maquinarias?</p> <p>Agricultura ( ) Ganadería ( ) Otros ( ).....</p> <p>¿En que</p> <p>actividad?.....</p>
<p>Las maquinarias que utiliza son:</p> <p>Propias ( ) Alquiladas ( ) Otros ( ) .....</p>
<p><b>D. DE LOS IMPLEMENTOS AGRICOLAS:</b></p>
<p>¿Qué implementos agrícolas utiliza con mayor frecuencia?.....</p>
<p>¿Existe la disponibilidad de implementos agrícolas en la zona? (SI) (NO)</p> <p>¿Qué es lo mas</p> <p>existe?.....</p>
<p>¿Qué implementos agrícolas hace falta en la zona para trabajar?.....</p> <p>¿En que</p> <p>cultivos?.....</p>
<p>E. De adaptar, modificar, construir una cosechadora de zanahorias: ¿qué nos sugiere?</p> <p>.....</p>

## Especificaciones técnicas para el diseño de apero

Estructura de diseño conforme a la norma alemana VDI-2221. Tomado de “Metodología para el Diseño de Máquinas “por Blanco (40 pág. 23)

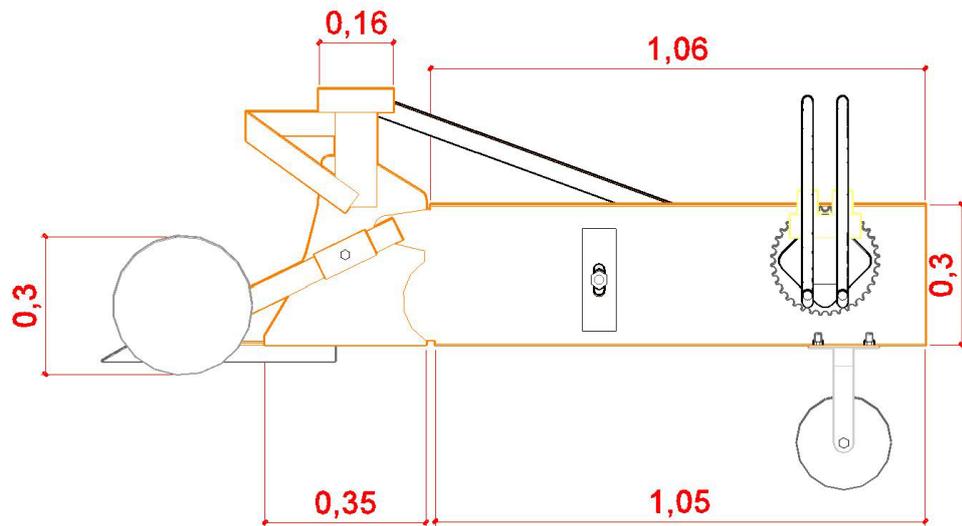


**Costo de producción del cultivo de zanahoria/ha**  
(Precios antes de pandemia)

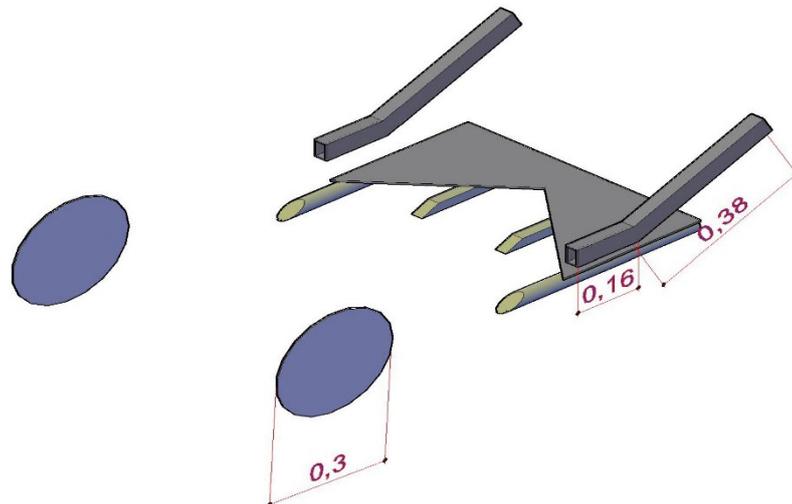
ACTIVIDADES		U.M.	CANT	P.U. S/.	SUB TOTAL S/	COSTO TOTAL S/.
<b>A.- COSTO DIRECTO</b>						<b>9,902.00</b>
<b>I.PREPARACION DE TERRENO:</b>					<b>735.00</b>	
1.	Limpieza de terreno	Jr.	2.0	50.00	100.00	
2.	Primera arada	H.M	4.0	80.00	320.00	
3.	Gradeo	H.M.	1.0	90.00	180.00	
4.	Surcado	H.M	1.5	90.00	135.00	
<b>II.- SIEMBRA:</b>					<b>150.00</b>	
5.	Sembrador	Jr.	1	50.00	100.00	
7.	Abonador	Jr.	1	50.00	50.00	
<b>III.- INSUMOS:</b>					<b>4,410.00</b>	
8.	Semillas	Kg.	16.0	90.00	1440.00	
9.	Fertilizantes : UREA	Sacos	5.0	140.00	700.00	
	: FDA	Sacos	3.0	180.00	540.00	
	: CLK	Sacos	2.0	130.00	260.00	
	Guano de corral	Tm	3.0	160.00	480.00	
	: Abono foliar	Lts	5.0	30.00	150.00	
10.	Insecticida	Lts.	2.0	60.00	240.00	
11.	Fungicida	Kg.	1.0	70.00	140.00	
12.	Herbicida	Lts.	4.0	100.00	400.00	
13.	Adherente	Lts.	2.0	30.00	60.00	
<b>IV.- LABORES CULTURALES:</b>					<b>750.00</b>	
15.	Deshierbo	Jr.	10	50.00	500.00	
17.	2do. abonamiento	Jr.	2	50.00	100.00	
18.	Aplicación de pesticidas	Jr.	5	50.00	250.00	
<b>V.</b>	<b>COSECHA:</b>				<b>3,600.00</b>	
19.	corte de follaje	Jr.	2	50.00	100.00	
20.	Arrancado de raíces	Jr.	25	90.00	2250.00	
21.	Selección, envasado lavadero	Jr.	25	50.00	1250.00	
<b>VI.-MATERIALES -HERRAMIENTAS:</b>					<b>257.00</b>	
21.	Hoz	Unid.	5	15.00	150.00	
22.	Costales	Unid.	50	2.00	100.00	
23.	Pita y aguja de arriero	Cono	1 kg	7.00	7.00	
<b>B.- COSTOS INDIRECTOS</b>						<b>1,089.00</b>
24.	Costos administrativos 3%				297.00	
25.	Costos de transporte 3%				297.00	
26.	Imprevistos 5%				495.00	
<b>C.- COSTO TOTAL PROMEDIO DE PRODUCCION A + B</b>					<b>10,991.00</b>	
<b>D.- ANALISIS ECONOMICO:</b>						
<b>Rendimiento promedio en sacos de 70 Kg.</b>					<b>1000</b>	
<b>Precio de venta en lavadero S/</b>					<b>25.00</b>	
<b>Venta total de la producción</b>					<b>25,000.00</b>	
<b>UTILIDAD NETA: Valor de venta total – Costo de producción</b>					<b>14,009.00</b>	

# BASE DE DATOS

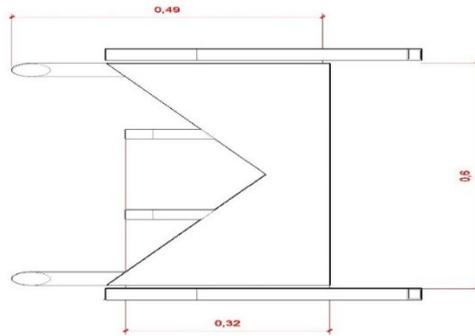
## Planos de Diseño y construcción del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria



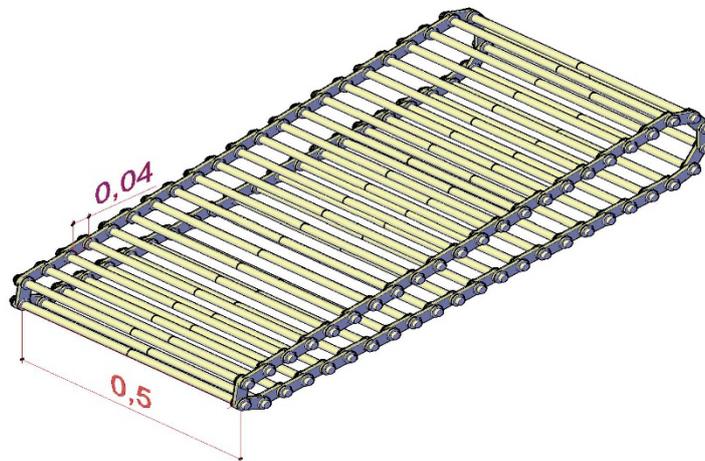
**Diseño 1:** Prototipo de cosechadora de zanahorias.



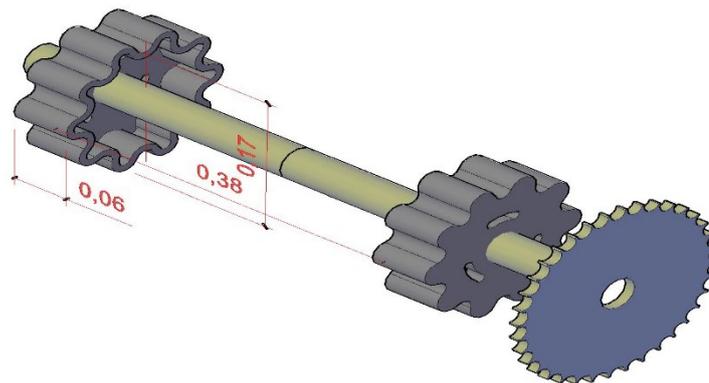
**Diseño 2:** Modulo, aflojadora y corte de suelo más rueda guía.



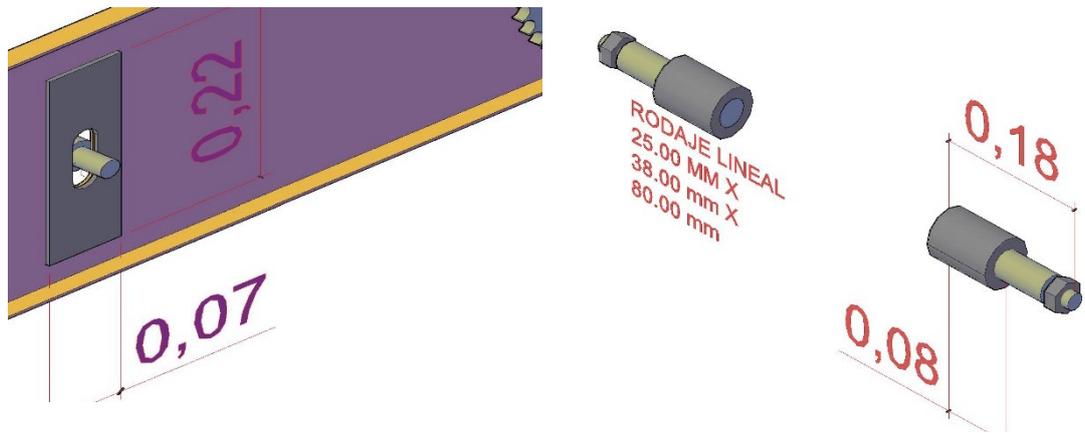
**Diseño 3:** Módulo de puntas y reja de aflojadora de suelo



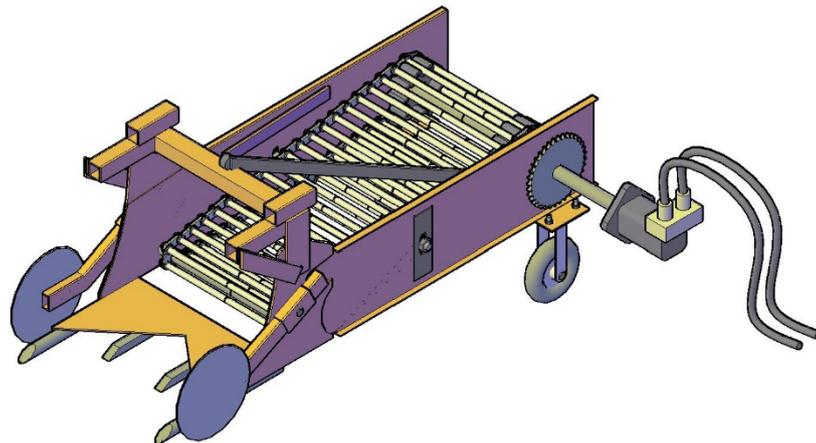
**Diseño 4:** Cadena transportadora de producto



**Diseño 5:** Piñones de rotación de cadena



**Diseño 6:** Base del templador con ojo chino y templadores perno, rodaje y tubo lapeado



Diseño final del prototipo de cosechadora de zanahorias



**PRODUCTO FINAL:** Prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias

# TESTIMONIOS FOTOGRAFICOS PARA LA RECOLECCION Y BASE DE DATOS

Sistemas de siembra de zanahorias en el valle del Mantaro



Verificando la densidad de siembra en Chupaca.



Verificando distancia entre surcos de zanahoria Sincos



Inspeccionando cultivo de zanahoria en Sicaya



Midiendo el lomo de surco en Huaripampa

Vistas de montaje de módulos del prototipo de cosechadora de zanahoria para el valle del Mantaro, en el taller de "HUAMANI"-Sicaya.



Vistas de cosechadoras modificadas en el intento de mejorar la cosecha de zanahorias, pero sin resultados favorables.



Cosechadora de papa mecánica adaptada para cosechar Sicaya), zanahorias físico)



Cosechadora con cardan para TDF (Sr. Aliagatiene un ancho de corte 1.10 m. (mucho daño



Cosechadora de zanahorias importada de España, con modificaciones para el valle del Mantaro, sin resultados óptimos. (Sra. Shoco-Chupaca)

# ARTICULO CIENTÍFICO

## **Diseño y construcción de un prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias para el Valle del Mantaro**

### **Design and construction of a semi-mechanical prototype of a carrot harvester for the Mantaro Valley**

**Mtro. Carlos Raúl Verástegui Rojas**

Universidad Nacional de Huancavelica

Carlos.verastegui@unh.edu.pe

CÓDIGO ORCID N: 0000-0002-5582-6315

#### **Resumen:**

El objetivo del trabajo fue diseñar, construir y evaluar un prototipo de cosechadora de zanahorias para el Valle del Mantaro, con la hipótesis planteada de mejorar y optimizar la gestión de cosechas de zanahorias, siendo una alternativa de solución a falta de un implemento agrícola adecuado para esta actividad; donde la metodología de la investigación utilizada fue experimental con tecnologías apropiadas en su diseño considerando los factores técnicos, económicos, ambientales y socioculturales de la zona en que se utilizará dicho implemento agrícola, adecuando a las necesidades, recursos y características de los campos de cultivo y del productor. La prueba de campo del prototipo demostró eficiencia en su construcción y determinó el tiempo estimado de cosecha de zanahorias en una jornada de trabajo (8 horas) para 1 ha<sup>-1</sup>, reduciéndose en un 50% este requerimiento de personal y minimizándose los daños físicos solo hasta en un 5%, elevando el estimado de la relación costo beneficio a 0.6 (+). Comportándose el prototipo de manera óptima en las distintas parcelas de producción ubicadas en cada uno de los distritos elegidos en el Valle del Mantaro.

**Palabras clave:** Versatilidad, semimecánico, prototipo, densidad, sostenibilidad.

#### **Abstract:**

The objective of the work was to design, build and evaluate a carrot harvester prototype for the Mantaro Valley, with the proposed hypothesis of improving and optimizing the management of carrot harvests, being an alternative solution in the absence of an adequate agricultural implement for this activity; where the research methodology used was experimental with appropriate technologies in its design considering the technical, economic, environmental and sociocultural factors of the area in which said agricultural implement will be used, adapting to the needs,

resources and characteristics of the fields of cultivation and of the producer. The field test of the prototype demonstrated efficiency in its construction and determined the estimated harvest time of carrots in a work day (8 hours) for 1 ha<sup>-1</sup>, reducing this personnel requirement by 50% and minimizing physical damage only up to 5%, raising the cost-benefit ratio estimate to 0.6 (+). The prototype behaving optimally in the different production plots located in each of the chosen districts in the Mantaro Valley.

**Keywords:** Versatility, semi-mechanical, prototype, density, sustainability.

## **Introducción:**

Los agricultores dentro de sus múltiples actividades que realizan en el Valle del Mantaro de la región Junín, tienen previsto en su diversificación de sembríos incluir al cultivo de zanahoria como una alternativa económica, pero contrariamente demandan de una actividad laboriosa al momento de la cosecha llamada también recolección, esta se inicia desde el corte del follaje, arrancado y recolección del suelo de la zanahoria, para luego trasladarlo al lavadero. Actualmente existen tres métodos de cosecha de zanahoria: la de manera tradicional e empírica con recolección con herramientas manuales (picos), la cosecha semimecánico con la rastra de brazos rígidos acoplados al tractor agrícola de uso reducido; y la recolección mecánica, muy desarrollada actualmente en otros países con realidades diferentes, pero no aplicable en el Valle del Mantaro por el tipo de suelo, clima y época de cosecha, y al no existir implementos agrícolas para cosecha de raíces y bulbos, se desarrolló el “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO SEMIMECÁNICO DE COSECHADORA DE ZANAHORIAS PARA EL VALLE DEL MANTARO”, consistente en un levantador o extractor de zanahorias del surco con rejas y cadenas de rotación hidráulico; concluyéndose que el prototipo en estudio se comportó óptimamente en su funcionamiento, reduciendo el daño físico y el tiempo de cosecha; por lo que se consolida la propuesta como una alternativa de mecanizar la cosecha de zanahorias en el “Valle del Mantaro” y posteriormente estudios similares puedan mejorarlo, perfeccionarlo y lograr obtener un nuevo modelo del apero que sería de mucha utilidad para los agricultores que desarrollan este cultivo.

## **Metodología:**

Se hizo una revisión sistemática de las investigaciones científicas como antecedentes referidos al caso, mediante la búsqueda de datos internacionales y nacionales que habrían desarrollado para poder presentar como alternativa de soluciones en el mundo agrario, encontrándose a nivel internacional a: **Piras, N. (1999) en su obra “Meccanizzazione cultura de**

**lla carota**” sobre la cosecha de zanahorias menciona que, del conjunto de operaciones mecánicas para el cultivo de la zanahoria, la recolección es la que requiere mayor contingente de mano de obra y, en consecuencia, la de mayor influencia en la rentabilidad del cultivo; por lo que nos refiere que en la actualidad el mercado ofrece las siguientes posibilidades para mecanizar la recolección: Cuchillas arrancadoras oscilantes o no, Arrancadoras-hileradoras, Arrancadoras-limpiadoras-cargadoras, Cosechadoras a tracción y Cosechadoras por empuje. También referimos a **Duijdan Machines (2020)** En su publicación menciona a tres máquinas agrícolas para la pueden ser aperos suspendidos, aperos de trabajo por arrastre y/o Aperos movidos por la toma de fuerza. Hay muchos tipos y modelos diferentes de cosechadoras de zanahorias en el mercado. Y en el nivel nacional a: **Arotoma et al. (2010)** describe: que el **Centro de emprendimiento Continental, presenta en la Feria Virtual de planes de Iniciativa Empresarial**, la descripción de negocio llamado “Producción de maquinaria para la cosecha de zanahorias para los agricultores en el distrito de Sicaya”; considerado también César A. Díaz Gonzales (2021) en su Tesis “**Manejo del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) cv. japonesa en el valle de cañete**”, que describe acerca de la cosecha de zanahorias que lo realizan con una surcadora de brazos rígidos y detalla el procedimiento señalando que : una vez se haya muestreado el suelo y se determine que este permita el ingreso del tractor, finalmente referimos a **Lazo Baltazar Breicio Daniel, Huatuco Gonzales Mario (2010)** en su tesis “**Diseño de una máquina cosechadora de zanahoria**”, mencionan que su investigación se ha centrado en estudiar la construcción de una máquina que pueda desarrollar la cosecha de la zanahoria en el Valle del Mantaro. Y para ello tuvieron que visitar en 5 oportunidades al lugar de dicha actividad, para tener una idea clara de sus propiedades, donde tomaron anotaciones como son características y parámetros que refleja la estructura funcional del momento de la cosecha, también conversaron con los productores de zanahorias para obtener una idea clara sobre características de la futura máquina, los resultados de entrevistas y encuestas fueron plasmadas en la lista de exigencias.

Teniendo como soporte literal estas informaciones de base;

Se tuvo que utilizar El **tipo de investigación tecnológica** (Ciro Espinoza, 2014) la cual es también denominada “desarrollo”, que tuvo por finalidad la invención y acondicionamientos de partes o piezas mecánicas y de procesos con el objeto de mejorar el proceso de la cosecha de zanahorias. Y teniendo como referencia las variables, el **nivel de investigación fue de carácter experimental** con propuesta, porque se consolidó el análisis de los indicadores, recurriendo al **método empírico experimental**. (Ena Ramos Chagoya, 2008). Por lo que también el **diseño de la investigación se consideró el experimental**, con una selección de muestras estratificadas para el análisis sistemático del problema, entender su naturaleza y predecir su ocurrencia, dichos datos fueron recopilados en

forma directa en la población interviniente (Hernández Sampieri, *et al* 2000)

**Para la Población, muestra y muestreo:** se dividió en dos etapas:

**1. Etapa experimental:** (Operatividad del prototipo, daños físicos y costos de cosecha)

Población: Total, de zanahorias existentes en un campo de cultivo de cuatro hectáreas, ubicadas en las zonas de producción y el total, de productores de zanahoria del Valle del Mantaro.

Muestra de recolección de zanahorias: Cantidad en Kg de zanahorias cosechadas por 500 metros cuadrados (100 m<sup>2</sup> por zona de producción)

Muestra de productores: 10 productores de zanahorias, distribuido en cada distrito en estudio.

Muestreo: Se aplicó la técnica de muestreo al azar.

**2. Etapa descriptiva,** sobre el nivel de aceptación del prototipo por la población en estudio.

Datos básicos		
Componentes	Siglas	Fórmula
Fracción de estrato	f h	$f h = n/N$
Tamaño de muestra	n	
Tamaño de población	N	
Desviación estándar	S h	
Tamaño de muestra por estrato	K	$n h = N h * f h$
Estimación de tamaño de muestra		
Estratos	Población total (N h)	Muestra / estrato $n h = N h * f h$
Chupaca		2
Orcotuna		2
Sicaya		2
Mito		2
Sincos		2
<b>Población total (N)</b>		<b>10</b>

**Técnicas e instrumentos de recolección de datos:** fueron la de recopilación de datos de:

Fuentes primarias: Considera la observación, la entrevista, encuesta, series estadísticas oficiales.

Fuentes secundarias: Toma en cuenta la información que ha sido encontrada por investigadores, pero que está a disposición de otros investigadores.

**Procedimiento para la recopilación de datos:** también se dividió en 2 aspectos

**1. En la parte experimental:**

Daño físico de zanahorias:

*Zanahorias cortadas o mutiladas.* -Se realizó el conteo de zanahorias dañadas físicamente (cortadas, aplastadas,) por la cosechadora, herramienta de cosecha, en sub áreas de muestreo (cultivo) de 1m<sup>2</sup>. La medida se expresa en número de zanahorias cortadas por m<sup>2</sup>

*Zanahorias aplastadas o pisadas.* -Se realiza el conteo de las zanahorias que son aplastadas por el uso del prototipo de cosechadora o las cosechas tradicionales en las sub áreas de muestreo de 1 m<sup>2</sup>. La medida se expresará en número de zanahorias aplastadas por m<sup>2</sup>

### Costo de cosecha de zanahoria:

*Costo de la cosecha.* -Se estima el costo que demanda la cosecha de zanahoria en unidad de áreas de una hectárea por hectárea. La medida se expresará en soles por hectárea.

*Rentabilidad Económica.* – Con la información de los costos que generan las cosechas de zanahorias, se estimó la rentabilidad o mejora del mismo, al aplicar el prototipo de cosechadora. Se expresa en porcentaje de mejora de la ganancia.

## **2. En la parte descriptiva:**

### Nivel de actitud de aceptación de prototipo:

Se estimó mediante el análisis de los datos obtenidos de la aplicación de las entrevistas y cuestionario a los productores de zanahorias, la aceptación se define por cada zona de producción.

### **Técnicas de procesamiento y análisis de datos:**

Para la presentación de gráficos y tablas se utilizarán hojas de cálculo en Excel 2010 y el software estadístico S.A.S. versión 8., y todos los instrumentos de evaluación y sistematización de datos.

### **Técnicas de procesamiento y análisis de datos:**

Para la presentación de gráficos y tablas se utilizarán hojas de cálculo en Excel 2010 y el software estadístico S.A.S. versión 8., y todos los instrumentos de evaluación y sistematización de datos.

## **Presentación de resultados:**

### **Ámbito de desarrollo del proyecto:**

Para el desarrollo del proyecto de investigación diseño, construcción y evaluación del prototipo semi mecánico de cosechadora de zanahoria de tracción motriz para el Valle del Mantaro (figura 1). se designar localidades representativas dentro del valle con mayores áreas de producción del cultivo de zanahorias, que se encuentran ubicadas especialmente en la provincia de: Chupaca; con sus distritos como Chupaca, Iscos, Huayao, Marcatuna, Huachac, Manzanares; Huancayo, con su distrito de Sicaya; Concepción sus distritos de Orcotuna y Mito; Jauja con sus distritos de Sincos, Huancaní y Huaripampa, lugares que cuentan con áreas agrícolas bajo riego y secano y tienen por



**Figura 1:** Mapa del Valle del Mantaro  
Fuente: Elaboración propia.

costumbre desarrollar el cultivo de zanahoria durante todo año como alternativa de sus sembríos. El prototipo se construyó o fabricó en territorio nacional, en el taller mecánico industrial metalmecánico “HUAMANI” ubicada en la Esquina de la Av. Ruiz y el Jr. Patriota del distrito de Sicaya provincia de Huancayo, región Junín (fig.2) de propiedad del Sr. Edwin Carlos Huamaní A. con RUC N° 10426101462, empresario con experiencia en la fabricación y mantenimiento de implementos agrícolas.

### **Determinación de los parámetros para diseñar la construcción del prototipo de cosechadora semimecánica de zanahorias:**

**Tabla 1**

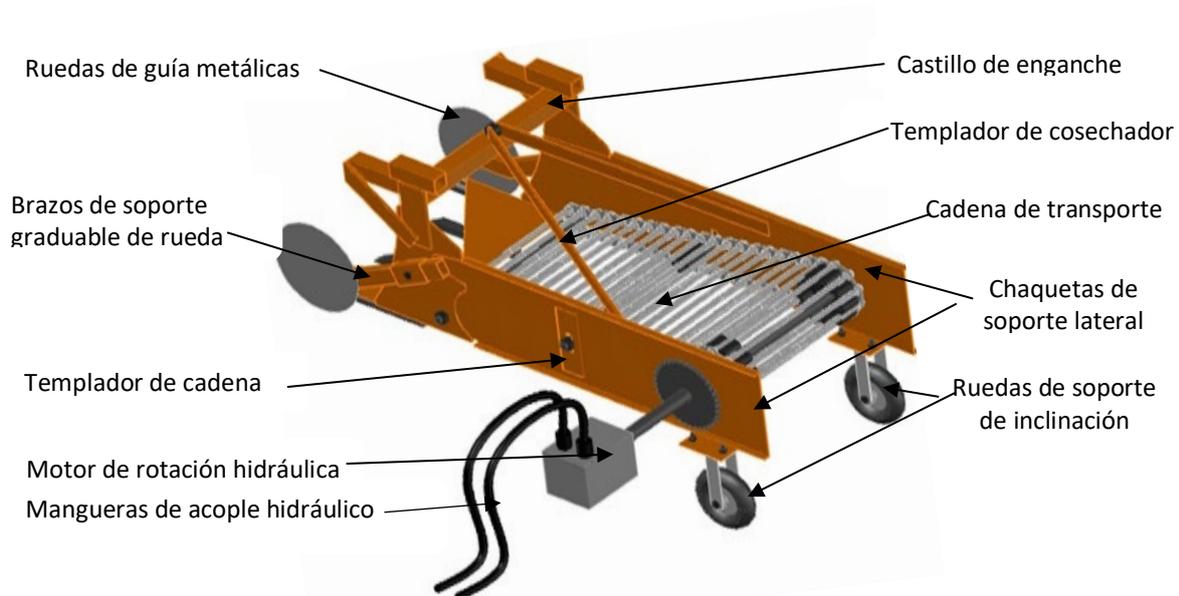
*Parámetros de Diseño para la Construcción de la Cosechadora de Zanahoria*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>DETERMINANTES</b>
Función	Arrancar y dispersar bulbos de zanahorias
Dimensiones	Largo máx. 1,5 m, Ancho máx. 1 m, Alto máx. 1m.
Ancho de trabajo	Hasta 0.90 m
Fuerzas	Fuerza de corte y arrastre
Acople	Tres puntos
Soporte	Barra solida de acero
Accionamiento	Mediante la toma de flujo hidráulico
Desterronado de raíz	Cadena de chaquetas metálicas
Rejas	De 4 puntas solidas en plancha de penetración
Montaje	Tractor agrícola de 80 HP

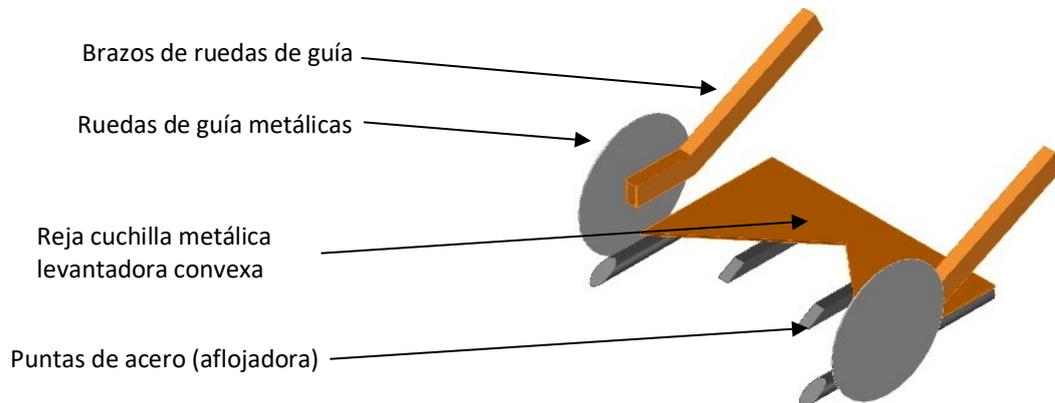
*Fuente:* Elaboración propia

### **Diseño y construcción del modelo del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria:**

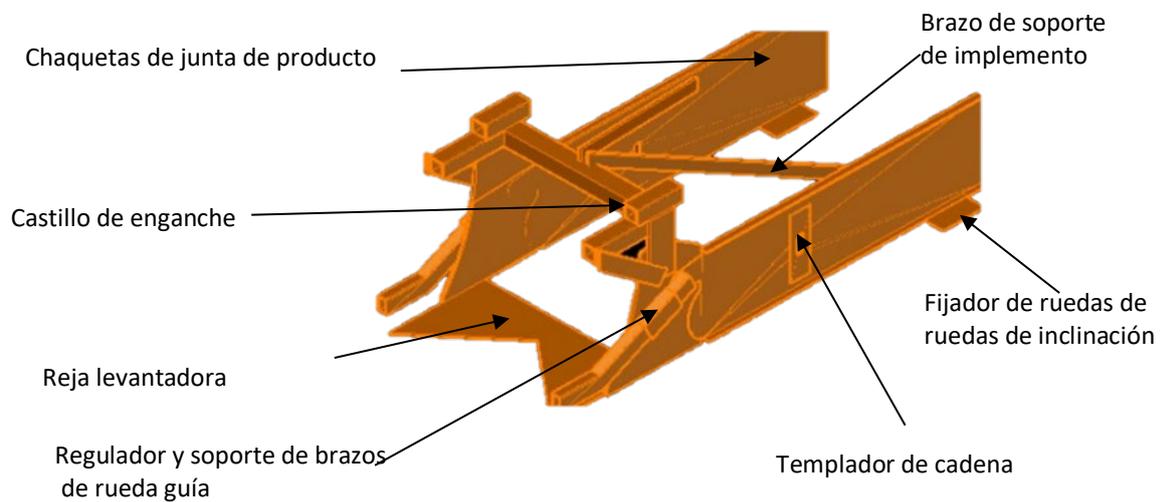
#### **Módulos componentes del prototipo. -**



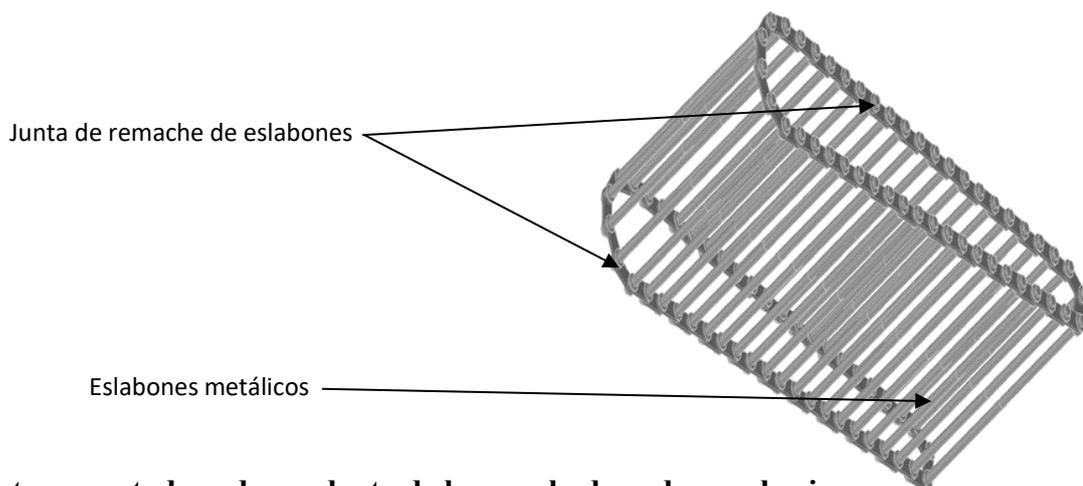
### Prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias y sus partes principales



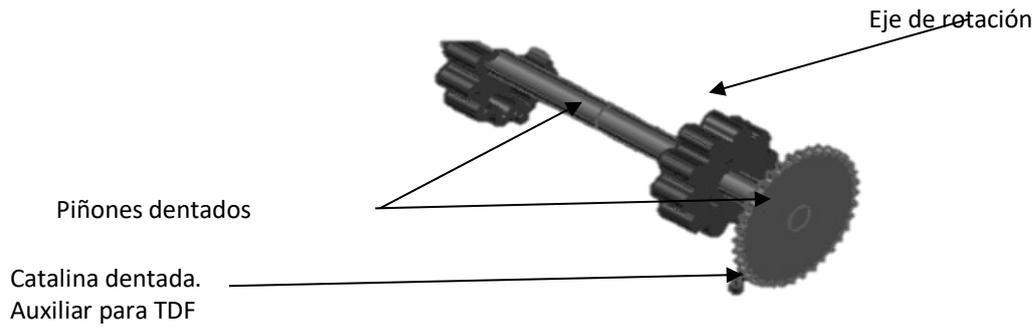
### Módulo de aflojado y de levante del suelo de producto.



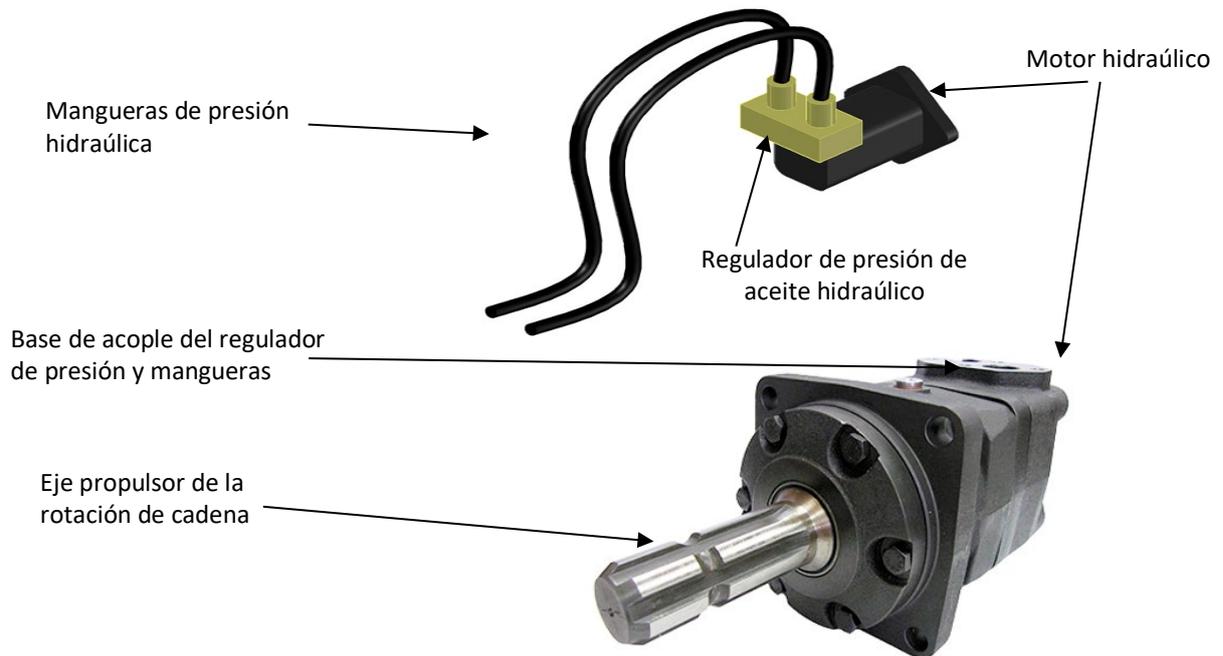
### Chasis de soporte de cosechadora.



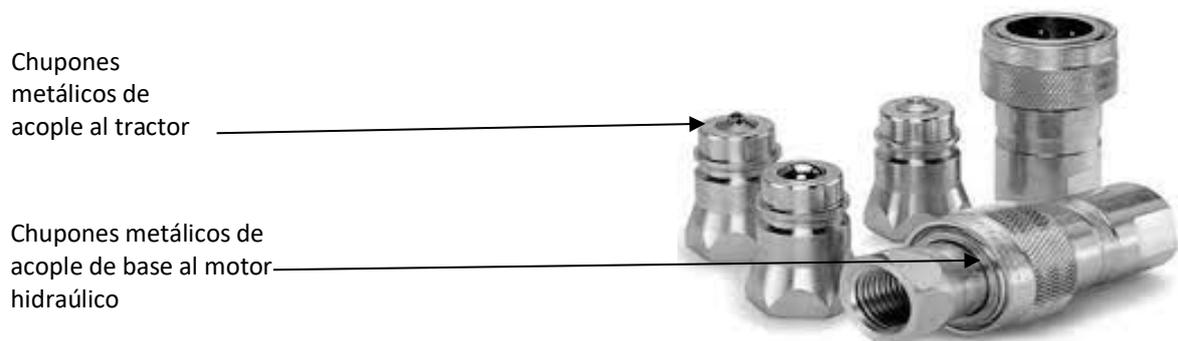
### Cadena transportadora de producto de la cosechadora de zanahorias.



### **Piñones y eje de rotación de la cadena transportadora de producto del prototipo de cosechadora.**



### **Motor hidráulico de rotación de cadena de producto del prototipo de cosechadora.**



### **Chupones metálicos de acople al tractor y al regulador de caudal de aceite del motor hidráulico**

## Características de los módulos componentes del prototipo. -

**Tabla 2**

*Descripción de las Características de los Módulos Componentes del Prototipo*

MÓDULOS	COMPONENTES	MEDIDAS	MATERIAL
<b>Módulo de aflojado y de levante del suelo de producto.</b>	Ruedas guía metálicas:2	30.00 cm de diámetro x 2.0 mm de espesor	Plancha de acero
	Brazos de rueda guía de implemento:2	Brazo de soporte de 55.00 cm. con un dobléz de 75° en 15.00 cm en un extremo.	Barra solida cuadrara de fierro metálico de 55.00 mm por cada lado
	Reja cuchilla metálica:1	Plancha de 60.00 cm de largo por 33.00 cm de ancho, con corte angular de 10.00 cm centrales.	Plancha de acero triplex de 10 mm de espesor
	Puntas de acero .4	15.00 cm de largo, espaciados entre 15.00 cm.	Barra solida cuadrada de acero de 3.8 cm de diámetro
<b>Chasis de los de soporte de los módulos de trabajo.</b>	Chaquetas laterales metálicas: 2	1.40 m de largo x 0.355 m de ancho	Planchas reforzadas de 6.00 mm y plancha simple de 3.mm
	Castillo de enganche	63.00 cm de ancho con base 21.00 cm de enganche	Tubos cuadrados de 6.00 cm por lado x 3.00 de espesor
	Soporte de ruedas de inclinación	Base cuadrada con 4 orificios y de 15. 00 por lado	Plancha metálica de 5.00 mm de espesor
	Regulador y soporte de brazos de rueda guía	Tubo cuadrado en línea recta de 20.00 cm	Tubo cuadrado de 55.00 mm de lado x 3.00 de espesor
	Templador roscado de cadena transportadora	Pernos de 12.00 cm de largo, tuercas de 35.00 mm y rodajes lineales con tubo lapeado	Pernos y tuercas de fierro acerado, con rodajes sellados.
	Ruedas de soporte de inclinación.	Ruedas de 25.00 cm de diámetro	Ruedas de goma, con enganche metálico.
	Brazos de soporte de implemento	Cinta metálica de 48.00 cm de largo	Platina de 8.00 mm de espesor
<b>Cadena transportadora Del producto zanahorias.</b>	Cadena metálica de varillas	53.00 cm de ancho con 46 eslabones, espaciados a 3.70 cm entre varillas	Varillas de acero de 11.00 mm de espesor
	Unión de eslabones	Remaches metálicos	Remaches metálicos
<b>Piñones de rotación y eje de cadena t.</b>	Piñones metálicos:2	17.30 cm de radio con 10 unidades dentadas de giro, con 1.10 cm de espesor y 7.00 cm de ancho	Piñones de polietileno procesado
	Eje metálico circular: 1	90 cm de largo x 3.30 cm de diámetro	Eje de fierro fundido.
<b>Motor hidráulico de rotación de la cadena.</b>	Mangueras de presión hidráulica	Mangueras de ¾ de alta presión	Mangueras triplex de alta presión.
	Regulador de presión de aceite hidráulico	Rotor de aceite hidráulico metálico	Rotor hidráulico metálico con regulador de rosca
	Eje propulsor de rotación	Eje del motor hidráulico de 30.00 mm de diámetro	Eje de acero especial
<b>Chupones.</b>	Chupones metálicos de acople al tractor y base	Machos y hembras de ¾	Chupones metálicos

*Fuente:* Elaboración propia.

## **Evaluación del funcionamiento del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias:**

El prototipo cosechador de zanahorias se probó en los campos designados de los productores de zanahoria de los distritos de Chupaca, Sicaya, Orcotuna, Mito, y Cincos, en áreas de 500 m<sup>2</sup>. Inicialmente el implemento ha presentado algunos desperfectos, tales como rotura en los eslabones de la cadena, falta de lubricación en las catalinas, rodillos y ejes, chumaceras, los mismos que fueron solucionados en el campo al momento de la prueba y en el taller mecánico de fabricación; reiniciándose las pruebas, considerándose los siguientes;

- Se realizó el acople del motor hidráulico de la cadena transportadora de la cosechadora hacia el tractor, mediante dos mangueras de alta y sus chupones correspondientes.
- Se tensaron las barras estabilizadoras o los tensores de husillo que llevan los tractores, para asegurar la sujeción de la máquina sin movimientos de vaivén,
- Finalmente quedó punto de operación la cosechadora acoplada al tractor, que tiene el control remoto para regular la profundidad de penetración de la reja de corte del suelo normal de trabajo, y la rotación de la cadena transportadora, por lo que se completa el efecto.
- Se procedió a la operación de cosecha o arrancando de zanahoria del suelo, con la reja convexa y cuatro puntas de acero regulando la profundidad de penetración con los brazos hidráulicos del tractor. Las ruedas que lleva la cosechadora sirven como limitante de profundidad y no se utiliza para el transporte del equipo.

## **Análisis económico en comparativo de los costos de cosecha de la zanahoria manual con el nuevo prototipo semimecánico.**

**Tabla 3**

*Costos de Cosecha de Zanahorias por Hectárea Manualmente*

<b>V.</b>	<b>COSECHA:</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>C. Unit. S/.</b>	<b>C. Total S/</b>
					<b>1,580.00</b>
<b>19.</b>	Corte de follaje	Jr.	2	50.00	100.00
<b>20.</b>	Arrancado de raíces	HM	4	120.00	480.00
<b>21.</b>	Selección, envasado lavadero	Jr.	20	50.00	1000.00

Tiempo requerido: 5 días

Datos tomados del costo de producción de zanahorias/ha (anexos)

**Tabla 4**

*Costos de Cosecha de Zanahorias por Hectárea con el Prototipo Semimecánico*

V.	COSECHA:	Unidad	Cant.	C. Unit. S/.	C. Total S/.
					<b>3,600.00</b>
19.	Corte de follaje	Jr.	2	50.00	100.00
20.	Arrancado de raíces	Jr.	25	90.00	2250.00
21.	Selección, envasado lavadero	Jr.	25	50.00	1250.00

Tiempo requerido: 1 día.

Datos de cosecha de zanahorias/ha, con el prototipo semimecánico (anexos)

## **Análisis económico de la fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias:**

Los costos que se toman en cuenta son los siguientes:

Descripción	Valor (\$)
Materia prima y componentes mecánicos	787,00
Mano de obra	600.00
Ingeniería	370.00
SUB TOTAL	1757.00
IMPREVISTOS (10%)	157.38
<b>TOTAL</b>	<b>1,914.00</b>

### **Discusión de resultados:**

#### **Determinación de los parámetros para diseñar la construcción de la cosechadora semimecánico de zanahorias.**

La determinación de los parámetros para la construcción de la cosechadora de zanahorias se realizó en base a los descritos por “La Asociación Alemana de Ingeniería” (Verein Deutscher Ingenieure), que en 1987 elaboró la metodología VDI-2221, que consta de 4 etapas y 7 fases como en relación a las normas técnicas, que son aplicadas mayormente en el área de la Ingeniería Mecánica

##### **1. Definición y clarificación de tareas:**

Especificaciones: En esta fase se recolectó la información necesaria para el diseño de un nuevo producto, la información recolectada parte de la necesidad del cliente que es recibida y analizada ya que en su mayoría esta información no fué completa.

##### **Determinación de las funciones y sus estructuras:**

Estructura de funciones: Se elaboró de una lista de exigencias, esta información en su mayoría nos lo otorga el cliente. Con las funciones ya definidas se unen o asocian para simplificar los procesos.

##### **Búsqueda principios de solución y sus combinaciones:**

Solución principal. - se utilizó una matriz morfológica en la cual determinamos diversas alternativas

por cada función, y al combinarlas se obtuvo más de una alternativa de solución.

#### **Determinación de las funciones y sus estructuras:**

Estructura molecular. - Consistió en analizar las combinaciones que se realizaron en la matriz morfológica y así visualizar sus funciones, teniendo en cuenta la potencia, tamaño, etc. con esto definimos las especificaciones que debe de contar la maquina antes de realizar el bosquejo inicial.

#### **Desarrollo del diseño de módulos clave:**

Diseño preliminar. - Es el bosquejo artístico donde se tomaron en cuenta la geometría de los módulos de la máquina y de los materiales a utilizar con el fin de obtener los diseños de cada módulo componente de la máquina.

#### **Determinación las funciones generales:**

Diseño definitivo. - Es el bosquejo artístico de la unión de los módulos, los cuales tienen la mayor cantidad de información necesaria que se utilizó en el bosquejo a modelar.

#### **Prepara ración de las instrucciones de operación y producción:**

Documentos del producto. -Etapa final donde se obtuvo la información necesaria para la fabricación, estos constan en los planos de montaje, explosión y de detalle, elaborados por el diseñador.

### **Diseño y construcción del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria**

Los datos de campo y taller me llevaron a desarrollar y evaluar la matriz morfológica donde consideramos el tipo de reja, traslación, acoplamiento al tractor, cadena de transporte de tierra y raíces, sistema de transmisión de fuerza y movimiento, regulación lateral del implemento a la línea de cosecha, característica del chasis, mecanismo de vibración de la zaranda para la descarga del producto (zanahoria) cosechado. Esta valoración nos permitió calificar la arrancadora de zanahorias como alternativa a incrementar ventajas tecnológicas, diseñando fabricando y probando el enganche tres puntos con más variaciones de trabajo y la rejilla transportadora de zanahorias. Como anexo se presentan los planos detallados para la fabricación de la arrancadora de fabricación nacional con más ventajas en su diseño, la misma que puede ser usada por una empresa interesada en reproducirla a futuro. El diseño y la construcción del nuevo implemento ofrece alternativas que puede optimizar aún más variando la posición del implemento desde posiciones tras del tractor o como a los lados laterales de las ruedas posteriores especialmente al lado izquierdo, sin modificar la trocha del tracto, todo esto de acuerdo a la posición del lomo de surco a cosecharse. Las rejillas transportadoras de descarga posterior permiten que durante el desplazamiento en campo de la cosechadora ha determinado un ahorro del 50% en el uso de mano de obra al momento de arrancar debido de los

obreros que acopian y ensacan la zanahoria debido a que la máquina durante su ida y regreso extrae de suelo las raíces y los deja en la misma línea de descarga y las velocidades de desplazamiento del tractor durante las operaciones de cosecha y la frecuencia de vibración de la zaranda está en función a las características del suelo, para suelos pesados la velocidad será menor y la vibración será mayor; para suelos ligeros la velocidad será mayor y la vibración será menor, debido a que la cohesión entre zanahoria y tierra varía de acuerdo a la densidad del suelo.

### **Evaluación del funcionamiento del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias:**

La prueba de campo de eficiencia que se desarrollaron en la zona de estudio según: Oscar Garay C. y Alex Ochoa A. (2010) tienen tendencias o aproximaciones de las características físico-química (textura, materia orgánica y pH) de los suelos de los distritos de las cuatro provincias que conforman el valle del río Mantaro: Jauja, Concepción, Chupaca y Huancayo. Y en cuanto a textura, la mayor parte de los suelos mostraron su tendencia a ser franco-arcillo-arenosos y francos arenosos. Referente al contenido de materia orgánica, mostraron, en su mayoría, suelos bien provistos, y lo que resalta también es que, en los suelos de las cuatro provincias, motivo del presente trabajo, no se encontraron suelos pobres y muy pobres en su contenido de materia orgánica.

El diseño y la construcción de la nueva máquina tiene una ampliación de alternativas en el acople a tres puntos tractor-implemento de 0.80 m adicionales, el cual se puede optimizar aún más variando la posición del implemento desde posiciones tras del tractor o como a los lados laterales de las ruedas posteriores especialmente al lado derecho, sin modificar la trocha del tracto, todo esto de acuerdo a la posición del lomo de surco a cosecharse.

Se realizó la prueba de eficiencia de trabajo teniendo en cuenta los cuidados y técnicas de operación para la conservación y el buen funcionamiento del equipo en la ejecución del trabajo, como también el traccionamiento del equipo en k/h con un tractor agrícola de 80 hp promedio de fuerza de tiro, así mismo se tuvo en consideración la profundidad de entierro de la reja arrancadora y otras medidas que se deberán tener en cuenta para el correcto empleo de la máquina para el fin que está diseñada, teniendo en cuenta las medidas de seguridad.

### **Análisis económico de los costos de cosecha de la zanahoria con el nuevo prototipo semimecánico y la forma tradicional manual.**

Para el análisis de los costos de cosecha de zanahoria que se realizan con el sistema tradicional de manera manual y el sistema mecánico con el prototipo de cosechadora de zanahorias

en estudio, nos refleja un resultado positivo : **Siendo** el costo-beneficio (B/C) también conocido como índice neto de rentabilidad y su valor se obtiene al dividir el Valor Actual del ahorro total netos o beneficios netos (VAN) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) realizados durante la cosecha:

$$\text{Relación costo beneficio} = \frac{2020.00 \text{ NS (ahorro neto con cosechadora semimecánico)}}{3600.00 \text{ NS (gasto de cosecha manual tradicional)}} = 0.56$$

### **Análisis económico de la fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias:**

Los costos que se tomaron en cuenta para la fabricación del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias para el Valle del Mantaro fueron:

1. Materia prima
2. Mano de obra.
3. Ingeniería

Los cuales fueron tomados en cuenta de manera referencial en dólares americanos y que en cualquier momento puede llevarse a su tipo de cambio, siendo el resultado de los costos de materia prima en una cantidad de \$.787.00, el de mano de obra de \$. 600.00, el de costos de ingeniería de \$.370.00, con imprevisto considerado el 10% de \$157.00, haciendo un total de \$. 1914.00.

### **CONCLUSIONES**

- La máquina diseñada cumple con las exigencias establecida por los productores de zanahoria.
- El tamaño de la máquina estipula medidas básicas como son ancho de los surcos de zanahoria y la profundidad de penetración al suelo en trabajo.
- Los esfuerzos generados influencia, tanto en la cuchilla, en la cadena transportadora, en el soporte del implemento y en el sistema fuerzas para el motor hidráulico de la cadena transportadora de raíces son aceptables.
- El implemento agrícola puede ser tirado por tractores desde 50 hasta 90 HP, dependiendo del tipo de suelo en sus características y humedad y criterios de operatividad del implemento.
- La relación costo beneficio para la cosecha es positivo, reflejándose en 0.56
- El tiempo de trabajo de cosecha de la zanahoria se reduce a un solo día por hectárea.
- Los daños físicos también se reducen encontrándose solo un 5% de malogrados.
- El diseño de la máquina tiene un costo al alcance de los agricultores.
- Los materiales que se utilizaron para la fabricación, se encuentran en el mercado local, como son las representantes de las marcas Sider Perú y Aceros Arequipa.

- El mantenimiento de la máquina será fácil, debido a que no cuenta con numerosas partes móviles y no necesita de lubricantes

Se concluye que este tipo de equipo con factores de seguridad es aceptable para la arrancado o extracción de zanahorias, por la sencillez que representa su armado debido a su facilidad de su regulación, diseño, adquisición de materiales y operación que presente este tipo de Equipo Agrícola.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariel Belavi (2017). *Producción de zanahoria en la provincia de Santa Fe*. Ediciones INTA de Tecnología Agropecuaria. P. 15-22.
- Busalacchi, M. (2017). *Re: Proceso de diseño de Maquinaria Agrícola*. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/164672/paso-paso-como-sediseña-maquinaria-agricola>. Agrofy, Rosario – Argentina.
- Cross, N. (2002). *Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos*. Traducido por: Fernando Roberto Pérez Vásquez, Edit. Limusa, México.
- César Augusto, Díaz Gonzales (2021). “*Manejo del cultivo de zanahoria (Daucus carota) CV. Japonesa en el Valle de Cañete*” trabajo de suficiencia profesional para optar el título de: ingeniero agrónomo UNALM.
- DONOSO - HUARAL (2012) Programa Nacional de Investigación en Hortalizas. Estación Experimental Agraria. *Revistas informativas. MINAGRI-Perú*
- Ena Ramos, Chagoya (2008). *Métodos y técnicas de la investigación*. Minatitlán, México.
- Elena Blanco, Romero (2015) *Metodología para el diseño de máquinas adaptadas a comunidades en desarrollo*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.
- Fernando Miguel, Fernández (2012). *Manual de producción de zanahorias*. Santiago del Estero – EE. INTA. Segunda edición. Edic. Santa fé. Argentina
- Fernández de Ortega, L. (2017). *Re: Building Economics: Theory and Practice*: <http://youtu.be/dhQ3jDa8Jq8> Publicado por Jefferson en 13:54
- Garro Santillana, L. (2018). *Diseño, construcción y evaluación de un prototipo arrancadora de papa con tracción mecánica*. Tesis de Maestría. Ingeniería Agrícola. UNALM.
- Guglielmetti, H. (2014). *Re: Cosecha de papas*. *IPA La Platina N° 21*. 3 p. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR00527.pdf>
- Herrandina, (2010). *Maquinarias Agrícolas*. Cooperación Técnica del gobierno Suizo. 1ra Ed. Tomo I–II, Lima Perú. 245 p.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado C. y Baptista lucio P. (2000). *Metodología de la*

*Investigación*, Mc Graw Hill, México.

Julio Gaviola (2015). Cultivo de la zanahoria. - *Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. 1ra ed. P. 25-30*

Kehr, M. E., & Bórquez, B. C. (2010). La Zanahoria como una hortaliza para procesamiento industrial. *INIA-Revista Tierra Adentro, N° 88*

Lazo Baltazar, B. D., Huatuco Gonzales, M. (2010). *Re: Diseño de una máquina cosechadora de zanahoria*. Tesis de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional del Centro del Perú.

<https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2010.7.1158>

Labowsky, H. J. (1999). *Mechanization of carrot harvesting*. Die industrielle Obst-und Gemuseverwenung V.

Lebohec, J., J. Pelletier (1978). *La carotte. Techniques modernes de production*. INVUFLEC, Paris, France, 123 p.

Miranda, A., Valdés, G., Iglesias, S. y Lara (2013). Análisis de la Calidad de la cosecha de papa utilizando la arrancadora. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Ariguanabo 70Vol. 22, No. 3*

Ortiz Cañavate, J. (2014). *Técnica de la Mecanización agrícola...* Edit. Mundi Prensa. Madrid España, 2da. Edición P.187

Piras, N. (1979). *Re:Meccanizzazione della coltura della carota. Informatore di Orto floro fruticultura*. <https://pianetadiriserva.it/area-verde/orto/balcone/carote/>

Riba Carles (2002). *Diseño concurrente*. Ed.UPC. Barcelona. Primera edición. P. 226

Zambrano, J. (1999). *Coseche sus papas en menos tiempo y con menor daño*. Manual divulgativo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. P. 10.

Pastor, D. (2004). *Re: Sistema de clasificación de papas Capiro y Canchan teniendo en cuenta su forma, tamaño y daños mecánicos*. Tesis de Ingeniería electrónica. UNI. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Lima, Perú. P.192.

[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/995/1/pastor\\_td.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/995/1/pastor_td.pdf)

<https://agricultorfinesemana.wordpress.com/2015/09/27/definicion-de-aperoagricola/>

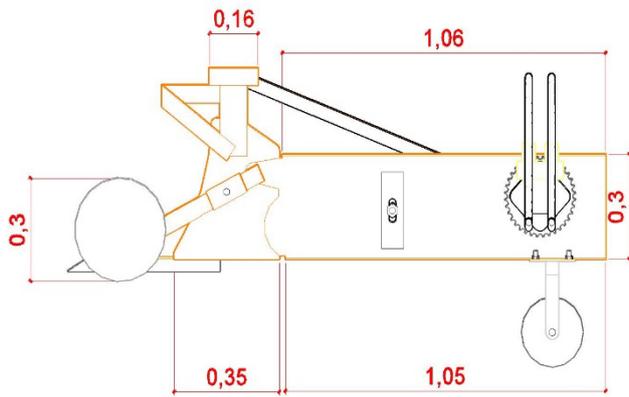
<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/362/1/Maquinaria%20agricola%20varias.pdf>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Tractor>

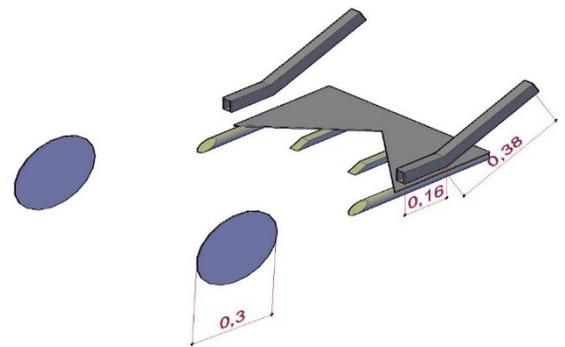
<https://agraria.pe/noticias/precio-del-kilo-de-zanahoria-en-el-campo-tambien-sedesploma-15736>

<https://agricultorfinesemana.wordpress.com/2014/04/06/fresadora-o-tambien-conocida-como-rotabator/h>

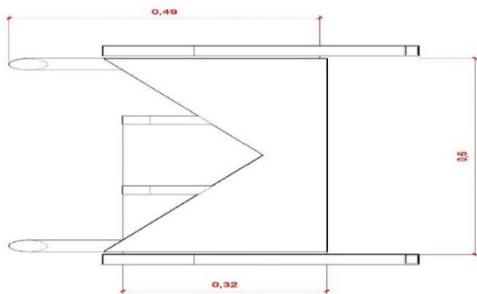
## Planos de Diseño y construcción del prototipo semimecánico de cosechadora de zanahoria



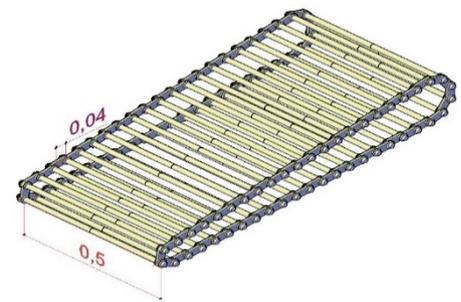
**Diseño 1:** Prototipo de cosechadora de zanahorias. **Diseño** guía.



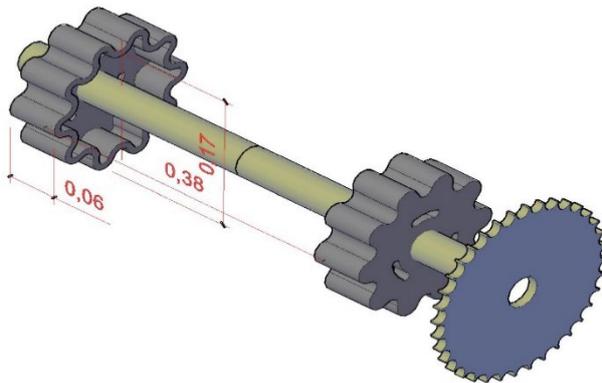
**2:** Modulo, aflojadora y corte de suelo más rueda



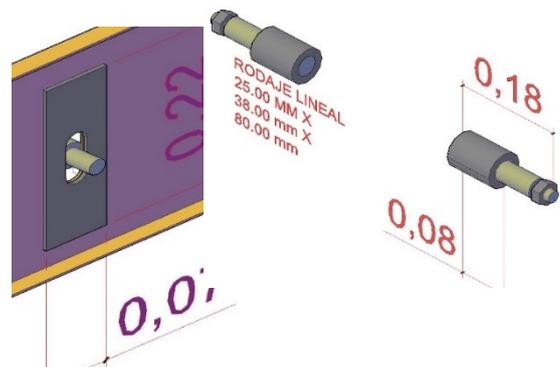
**Diseño 3:** Módulo de puntas y reja de aflojadora de suelo producto



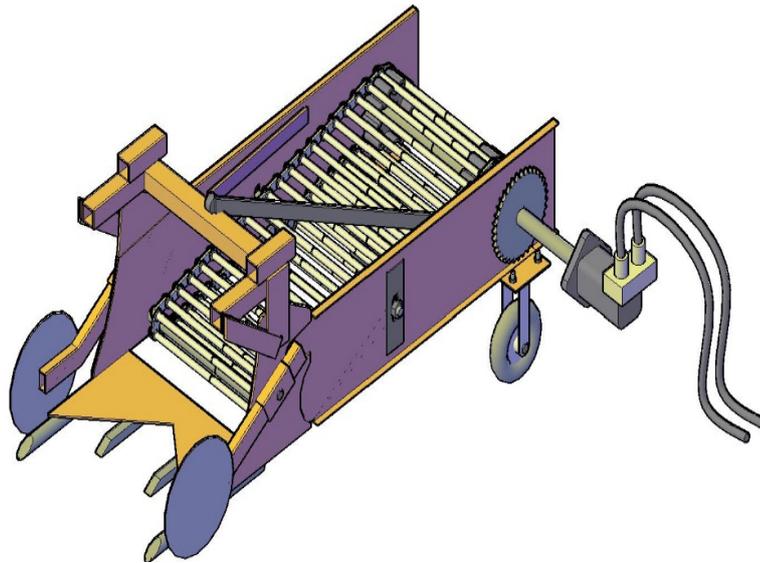
**Diseño 4:** Cadena transportadora de



**Diseño 5:** Piñones de rotación de cadena templadores



**Diseño 6:** Base del templador con ojo chino y con pernos, rodajes y tubo lapeado



Diseño final del prototipo de cosechadora de zanahorias



PRODUCTO FINAL: Prototipo semimecánico de cosechadora de zanahorias