

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

Evaluación de la productividad del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) con tres diferentes sistemas de labranza secundaria del suelo

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma

Autores:

Nancy Elizabeth Sinchi Lema

Johanna Maricela Zúñiga Macao

Director:

Andrés Eduardo Arciniegas Fárez

ORCID:  0009-0008-3470-511X

Cuenca, Ecuador

2024-02-05

Resumen

La presente investigación se realizó en la parroquia Octavio Cordero Palacios del cantón Cuenca. El objetivo fue evaluar el desarrollo y fenología del cultivo de zanahoria en relación con su productividad, costos e ingresos, con tres herramientas de labrado (tratamientos) que marcan la diferencia con el tipo de labranza. Se consideraron como variables independientes tres tratamientos: el uso de motoazada, rodillo arador (rodillo) y azadilla. En tres momentos del cultivo: antes de la implementación de la labranza, a los 3 días de labrado del suelo y al final del cultivo. Se evaluaron factores físicos y químicos del suelo bajo un diseño experimental en bloques al azar (DBA). También se calcularon variables fenológicas de las plantas de zanahoria. Se calculó el tiempo usado para realizar actividades agrícolas propias del cultivo de zanahoria. Finalmente se determinó los ingresos y costos por tratamiento para obtener indicadores económicos y comprobar rentabilidad de este cultivo. En el análisis de resultados la densidad aparente no fue estadísticamente diferente en ningunos de los tratamientos evaluados. El número de plantas fue mayor con la motoazada y rodillo arador. No así el número de plantas raleadas que fueron mayores con la motoazada y la azadilla. El mejor tiempo (menor) registrado para la preparación del terreno fue con la motoazada. Opuestamente, para el aporque los mejores tiempos registraron la azadilla y el rodillo arador. Los mayores gastos totales de producción son para la motoazada. El proyecto resultó rentable según la relación costo beneficio ya que es mayor para uno en los tres tratamientos. Asociadamente la mejor rentabilidad fue para la motoazada.

Palabras clave: mecanización agrícola, productividad, rendimiento, zanahoria, fenología



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

This research was conducted in the Octavio Cordero Palacios parish of the Cuenca canton. The objective was to assess the development and phenology of carrot cultivation in relation to its productivity, costs, and income, using three tillage tools (treatments) that differ in the type of tillage. Three treatments were considered as independent variables: the use of a motohoe, plow roller (roller), and hoe. At three stages of cultivation before tillage implementation, after, and at the end of cultivation physical and chemical soil factors were evaluated under an randomized block experimental design (DBA). Phenological variables of carrot plants were calculated, and the time spent on agricultural activities specific to carrot cultivation was also determined. Finally, income and costs per treatment were calculated to obtain economic indicators and verify the profitability of this cultivation. In the analysis of results, the apparent density was not statistically different in any of the treatments evaluated. The number of plants or germination was higher with the motohoe and plow roller, while the number of thinned plants was higher with the motohoe and hoe. The best time (least) recorded for land preparation was with the motohoe. Conversely, the best times for hilling were recorded with the hoe and plow roller. The highest total production costs were for the motohoe. The project proved to be profitable according to the cost-benefit ratio, as it was higher for one of the three treatments. Additionally, the best profitability was with the motohoe.

Keywords: agricultural mechanization, productivity, yield, carrot, phenology



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Introducción	12
Objetivos.....	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
Revisión bibliográfica	14
Mecanización agrícola	14
Labranza del suelo	14
Labranza secundaria	15
Labranza vertical.....	15
Labranza tradicional.....	16
Tipos de aperos e implementos.....	16
Fresadora o rotavator	16
Cinceles.....	17
Azadilla.....	17
Motoazada.....	18
Rodillo arador con apero de labranza vertical	19
El cultivo de zanahoria	22
La zanahoria en el Ecuador	23
Diversidad genética	23
Comercialización	23
Materiales y métodos	24
Área de estudio.....	24
Contexto biofísico y ecológico del área de estudio	26
Establecimiento del cultivo y selección de la muestra	26
Metodología para el objetivo específico 1: “Analizar condiciones físicas y químicas del suelo de acuerdo a los tres tipos de labranza a utilizarse”	27
Metodología para el objetivo específico 2: “Caracterizar el comportamiento fenológico y agronómico del cultivo de zanahoria con el empleo de tres sistemas de labranza a evaluarse”	28
Metodología para el objetivo específico 3: “Determinar la productividad y los costos de producción de cada uno de los tres sistemas de labranza desarrollados en el estudio”	29
Resultados.....	30
Discusión.....	38

Conclusiones42

Referencias44

Índice de figuras

Figura 1. Superficie sembrada donde se utilizó maquinaria y herramientas para la preparación del suelo, labranza (porcentaje): Fuente: Módulo de información agroambiental y tecnificación agropecuaria (2021).....	15
Figura 2. Características principales de la azadilla.....	18
Figura 3. Características principales de la motoazada.....	19
Figura 4. Modelo 3D del rodillo arador.....	21
Figura 5. Mapa de ubicación de la parcela experimental.....	25
Figura 6. Precipitación en Octavio Cordero Palacios en el año 2022	26
Figura 7. Diseño de la parcela de estudio.....	27
Fuente: Autor.....	27
Figura 8. Densidad aparente evaluada bajo tres tratamientos diferentes: Motoazada, Rodillo arador y Azadilla, durante la: pre-labranza, post-labranza, post-cultivo. La letra (A) representan que no se vieron diferencias estadísticamente significativas obtenidos con la prueba de tukey $P<0.05$	30
Figura 9. pH evaluado con tres herramientas agrícolas y en tres tiempos de medición: pre-labranza, post-labranza, post-cultivo. Letras diferentes significan diferencias significativas obtenidos con la prueba de tukey $P<0.05$	31
Figura 10. Conductividad eléctrica evaluada en tres herramientas agrícolas en tres tiempos de medición: pre-labranza, post-labranza, post-cultivo. Letras diferentes significan diferencias significativas obtenidos con la prueba de tukey $P<0.05$	31
Figura 11. Materia orgánica evaluada con tres herramientas agrícolas y en tres tiempos de medición: pre-labranza, post-labranza, post-cultivo. Letras diferentes significan diferencias significativas obtenidos con la prueba de tukey $P<0.05$	32
Figura 12. Germinación y raleo por parcelas de las plantas de zanahoria comparadas por cada tratamiento. T1: motoazada; T2: rodillo; T3: azadilla media el empleo de la prueba de tukey $P<0.05$	33
Figura 13. Altura, largo, diámetro de la raíz y peso por parcelas de las plantas de zanahoria comparadas por cada tratamiento. T1: motoazada; T2: rodillo; T3: azadilla media el empleo de la prueba de tukey $P<0.05$	34
Figura 14. Tiempo empleado en las labores culturales comparado entre los diferentes tratamientos. T1: motoazada; T2: rodillo; T3: azadilla	35
Figura 15. Costos de producción del cultivo de zanahoria, considerando tres equipos y herramientas como tratamientos.....	36
Figura 16. Proyección de ingresos para una hectárea.....	37
Figura 17. Ingresos y gastos registrados en la presente investigación.....	37
Figura 18. Tasa interna de retorno y relación beneficio costo registrados en la presente investigación.	38

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la motoazada	19
Tabla 2. Clases texturales evaluadas en los tres tratamientos (Motoazada, Rodillo arador y Azadilla) en diferentes momentos de medición (Pre-labranza, Post-labrazanda y Post-cultivo).	32

Lista de abreviaturas

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CIMMYT. Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo.

DBA. Diseño experimental en bloques al azar.

FAO. Organización mundial de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.

ESPAC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua

IICA. Interoperación para la transformación Digital en la Agricultura

DA. Densidad Aparente

CE. Conductividad eléctrica

pH. Potencial de hidrogeno

Pss. Peso suelo seco

UNE. Unión Nacional de Educadores

Agradecimientos

Agradecidas infinitamente con Dios por darnos salud y vida para poder tomar buenas decisiones, de manera especial por habernos permitido culminar esta etapa tan importante en nuestras vidas a pesar de un camino difícil, todo tiene su recompensa al final.

A nuestra familia por confiar en nosotras y recordarnos siempre que con perseverancia y lucha se logra todo aquello que nos proponemos.

Gracias a la Universidad de Cuenca, especialmente a la Carrera de Ingeniería Agronómica que mediante los docentes han hecho que el paso por las aulas sea de gran aprendizaje, también a todos los compañeros y amigos que formaron parte de esta gratificante experiencia en los años compartidos.

De manera especial con nuestro tutor el Ing. Andrés Arciniegas, por habernos motivado desde un inicio a escoger nuestro tema y estar para brindarnos ayuda en nuestro período de trabajo, gracias por su paciencia y apoyo en todo momento apoyándonos en las labores del campo y durante todo este proceso.

Johanna Zúñiga y Nancy Sinchi

Dedicatoria

A Dios por darme la fortaleza para no rendirme y poder lograr culminar este trabajo de titulación, en manera especial dedico a mi madre Narcisa Sinchi que nunca me dejo sola y velo por mí en todo momento.

A María y Teresita Sinchi por ser el pilar fundamental de mi vida y nunca dejarme sola, gracias por apoyarme cuando más las necesito. A mi abuelita Aurora (+) que hoy ya no está aquí pero que dicha hubiera sido la de ella verme convertir en toda una profesional.

A mi hijo Jeremy gracias por ser mi motivo de cada día querer ser una mejor persona y cumplir mis objetivos propuestos. A mi novio Iván por haber puesto su hombro y permitir que culminara mis estudios y apoyarme siempre a cumplir mis sueños y metas gracias por tu paciencia y comprensión. Hoy estoy aquí y puedo decirles que lo logre.

Nancy Sinchi

Dedicatoria

Mi tesis va dedicada a mis padres Rosa y Rodrigo, a quienes agradezco infinitamente por el apoyo brindado y sus palabras de aliento durante mi carrera estudiantil. A mis hermanos Olger y Edison que más que hermanos son mis amigos. A mi novio Fernando por caminar conmigo en todo momento, gracias por creer en mí.

Hoy culmina tan grata experiencia, gracias infinitas a todos por haberme acompañado en este maravilloso recorrido.

Johanna Zúñiga

Introducción

En el 2019 la Organización mundial de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) y el Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT), afirmaron que existe degradación continua de componentes clave en agroecosistemas, especialmente suelos agrícolas. Esto se debe al origen directo de impactos negativos en la producción de alimentos fundamentales para poblaciones en aumento, sobre todo de zonas urbanas. La inminente necesidad de intensificar sistemas agrícolas a pequeña escala conlleva esfuerzos de tecnificación e innovar prácticas de agricultura considerando aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales. Sin embargo, el desarrollo de la tecnificación agrícola en países en desarrollo como Ecuador, representa un conjunto de actividades poco accesibles para sistemas productivos campesinos de agricultura familiar.

Entre los factores que determinan la situación actual sobre la tecnificación influyen directamente el uso reducido de herramientas y equipos para labranza del suelo por parte de pequeños productores. Según la ESPAC (2021) a nivel nacional, el porcentaje de la superficie sembrada donde se utilizó maquinaria y herramientas para la preparación del suelo, no sobrepasa el 9% en referencia al uso de motocultores y el 7% en azadón y pala. De hecho, aproximadamente en el 20% del área cultivada no se utilizó ningún tipo de herramienta. Sin embargo, se ha estimado que indígenas y campesinos que implementan y administran sistemas productivos de agricultura familiar campesina generan por lo menos el 60% de los alimentos consumidos en Ecuador como aporte directo a la producción nacional (Ospina *et al*, 2020).

Actualmente es escasa información técnica e insuficiente cantidad de investigaciones en referencia a la temática de prácticas de labranza conservacionista (Freire C, 2018). De forma particular actividades de preparación de suelo y diferenciación de tipos de labranza en el país determinan la importancia de estudiar de forma comparativa el uso de diferentes herramientas. Esto se lo debe realizar con el objetivo de diversificar y establecer tecnologías apropiadas de labranza de suelo que promoverán condiciones adecuadas para el desarrollo de cultivos campesinos y cambio en los hábitos de producción (Sánchez et al., 2014). Esto permitiría generar herramientas basados en la eficiencia agrícola y además originaría ventaja en las dimensiones ambiental, técnica, ecológica y socio-económica.

Para el efecto en esta investigación se evaluó la eficiencia técnica y el rendimiento económico de la preparación del suelo con tres diferentes sistemas de labranza secundaria en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.). El análisis integra prácticas agrícolas de la preparación del suelo y los efectos sobre sus condiciones físicas y químicas asociado con el comportamiento fenológico y agronómico del cultivar. También se determina la

productividad y los costos de producción en cada uno de los tres sistemas de labranza estudiados.

La evaluación de los parámetros definidos se centra en prácticas de preparación de suelo utilizando herramientas agrícolas manuales y motorizadas como fundamento del sistema de labranza vertical para la conservación del suelo en la que se incluyen aperos con cinceles. Las comparaciones desarrolladas también se han fundamentado en los impactos que pueden generarse sobre el componente edáfico con el uso de equipos motorizados con implementos de rotación denominados fresadoras y herramientas agrícolas tradicionales como la azadilla, utilizada ampliamente por agricultores a pequeña escala. Estos producen cultivos de ciclo corto en zonas rurales y periurbanas circundantes a centros urbanos en la provincia del Azuay, Ecuador, de forma específica en la parroquia Octavio Cordero Palacios, ubicada al norte del cantón Cuenca.

El uso de tecnologías apropiadas para el sector agrícola presenta rezagos importantes en el Ecuador, especialmente en la provincia del Azuay. Al carecer de los recursos financieros para adquirir maquinarias agrícolas requeridas, los agricultores pequeños en su mayoría contratan los servicios de preparación de suelos a contratistas informales que brindan un servicio básico y general para todos los agricultores. Este no es un servicio especializado que considera las reales necesidades de cada productor. Realmente, existe escasez en las maquinarias adaptables a las condiciones ecológicas y topográficas del país, especialmente de pequeña escala, en ladera y dedicadas a la horticultura (COPROFAM, FAO, IICA, 2018).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la eficiencia técnica y el rendimiento económico de la preparación del suelo bajo tres tipos de labranza secundaria, rotacional y vertical en el cultivo de zanahoria.

Objetivos específicos

- Analizar condiciones físicas y químicas del suelo de acuerdo a los tres tipos de labranza a utilizarse.
- Caracterizar el comportamiento fenológico y agronómico del cultivo de zanahoria con el empleo de tres sistemas de labranza evaluados.
- Determinar la productividad y los costos de producción de cada uno de los tres sistemas de labranza desarrollados en el estudio.

Revisión bibliográfica

Mecanización agrícola

La agricultura es un factor primordial en la economía y desarrollo en todos países de América Latina y el mundo. En el Ecuador se emplea alrededor del 30% de la fuerza laboral, contribuyendo al PIB en un 8 a 9% (Freire et al, 2018), donde la mecanización ha permitido elevar la productividad y la rentabilidad para los agricultores (Takeshima et al., Van Loon et al., 2020). La mecanización agrícola se desarrolla mediante tres niveles ya sea el humano, animal y motriz (Gavino et al., 2020). El índice óptimo de mecanización ha sido establecido entre 0,75 a 1,0 kW ha⁻¹ (Sánchez et al., 2014) realizaron un estudio de análisis de la mecanización, determinación del índice y la necesidad en tractores donde se obtuvo un índice de apenas 0,30 kW. ha⁻¹ en áreas de cultivo transitorio y permanentes.

Con el transcurso del tiempo la agricultura ha evolucionado debido a la integración de la tecnología en los distintos procesos de laboreo. El uso de máquinas, equipos modernos y eficientes representa un factor importante en la agricultura ya que generan un aumento en el rendimiento de los cultivos (Ortiz, 2003). Peralvo (2010) describe que la mecanización consiste en usar diferentes máquinas, equipos y sistemas en la producción agrícola, con el objetivo de aumentar la productividad y buscar un desarrollo sostenible de las actividades agropecuarias.

Labranza del suelo

La labranza es la manipulación física del suelo con implementos apropiados para ablandar el perfil superficial del suelo. Estas actividades se llevan a cabo directamente en el terreno de cultivo con el propósito de adecuar el suelo para la siembra de semillas (sexual o asexual), proporcionando las condiciones óptimas para su germinación, crecimiento, nutrición y producción. En sistemas convencionales de agricultura las operaciones de labranza son realizadas con implementos acoplados al tractor, siendo las más rápidas, aunque a veces no las más apropiadas. Este se da por qué no se consideran factores como la compactación, pérdida de estructura, pie de arado, erosión, que se pueden presentar durante el labrado. Estos factores están directamente relacionados con la profundidad de labranza, contenido de humedad en el suelo, textura, estructura, pendiente, tipo de cultivo, entre los principales (Mosquera, 2012).

A nivel nacional se ha estimado que, en el año 2020, tanto en cultivos permanentes (cacao, palma africana, banano, caña de azúcar), como en cultivos transitorios, en el 81,7% de la superficie sembrada en el país se utilizó maquinaria o algún tipo de herramienta para

realizar la preparación del terreno de cultivo (ESPAC, 2021). Sin embargo, como se observa en la figura 1, el uso de maquinaria menor y herramientas del tipo azadón, no alcanza ni el 16%, lo que se relacionaría directamente con las actividades de labranza en sistemas productivos de agricultura familiar campesina de la Sierra. Esto se da en cultivos transitorios como maíz suave seco y choclo (maíz blanco de altura), papa y otros como cebolla colorada y blanca, col, zanahoria y fréjol.

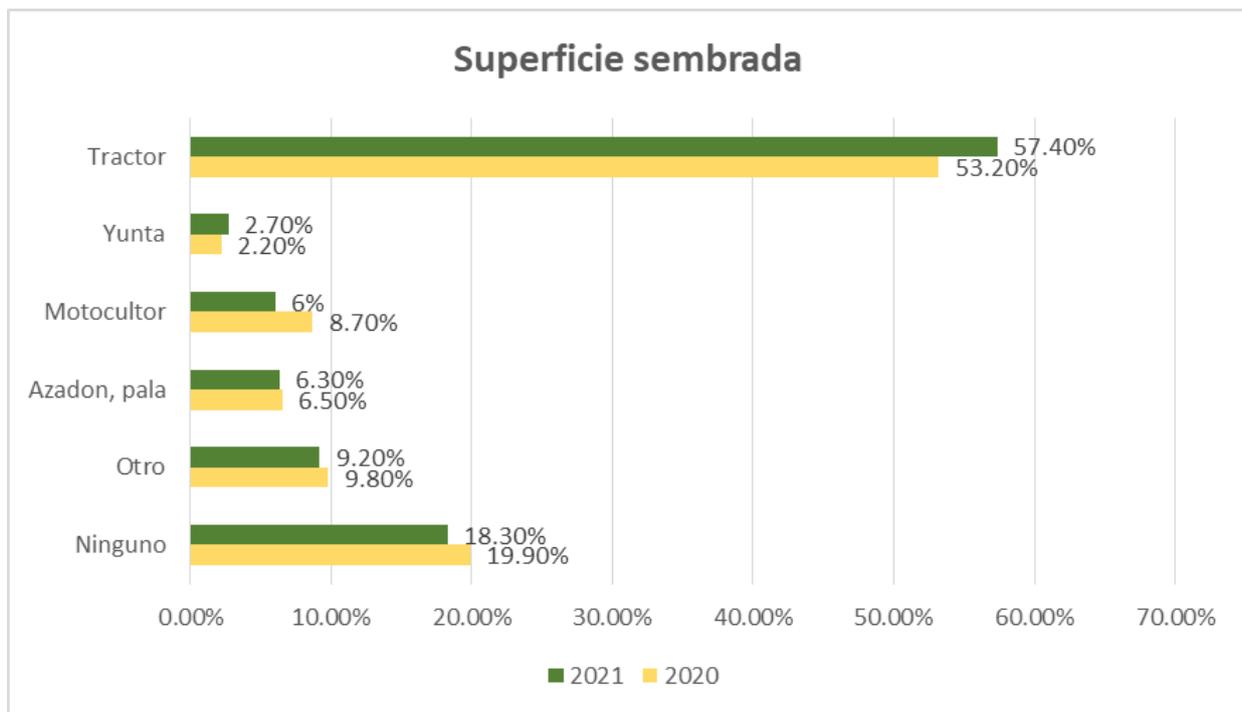


Figura 1. Superficie sembrada donde se utilizó maquinaria y herramientas para la preparación del suelo, labranza (porcentaje): Fuente: Módulo de información agroambiental y tecnificación agropecuaria (2021).

Labranza secundaria

Los aperos utilizados para labranza secundaria se clasifican en dos grupos de acuerdo a la forma en que se prepara el terreno: a) los que rompen los terrones según sus ranuras naturales, entre los que se incluyen rastras de cinceles o dientes, y b) los que cortan los terrones no necesariamente siguiendo sus ranuras naturales, que están representados por fresadoras (rotovadoras), rastras de discos y azadillas (Báez, 2011).

Labranza vertical

En este tipo de labranza se afloja el suelo sin invertirlo dejando en la superficie una cobertura protectora de los residuos del cultivo anterior. Algunas ventajas de la labranza vertical con el uso de aperos con cinceles o dientes, se relacionan con el ahorro energético, ya que se ha estimado que la fuerza de tracción requerida es prácticamente el 50 % de la

potencia necesaria por un arado de vertederas o de discos (Gómez *et al*, 2018). Directamente sobre el terreno de cultivo los impactos generados con el uso de este sistema favorecen una condición adecuada de filtración del agua, aireación del terreno y conservación de los parámetros de humedad del suelo. El movimiento que se genera en los primeros 17 cm en los horizontes superficiales desplaza los residuos de la cosecha anterior con lo que se pueden disminuir procesos de erosión eólica e hídrica (Cortés, 2014).

Labranza tradicional

Este tipo de labranza es una de las más practicadas por las personas, puesto que es la más común y conocida por las mismas, es el laboreo del suelo anterior a la siembra con maquinaria (arados) que corta e invierte total o parcialmente los primeros 15 cm de suelo, el suelo se afloja, airea y mezcla, lo que facilita el ingreso de agua, la mineralización de nutrientes y la reducción de plagas animales y vegetales en superficie. El sistema de labranza convencional ayuda al control de las malezas que son sepultadas al invertir la capa arable del suelo y el paso de los implementos, buscando con ello que el suelo de la cama de siembra sea más fino. Además de mejorar suelos que se encuentran con malas condiciones de drenaje el paso excesivo de la maquinaria o incluso bien por el paso de animales que con el tiempo van compactando el suelo (Mosquera, 2012).

En el medio rural de Cuenca y la provincia del Azuay el sistema de labranza tradicional se identifica con claridad en zonas productivas de hortalizas y policultivos de maíz, fréjol y cucurbitáceas, denominados comúnmente “chacra andina” en donde se realizan actividades de labranza del suelo con el uso de herramientas manuales denominadas azadillas. INTA (2001) expone que las ventajas fundamentales de la labranza convencional serían:

- Liberación de nutrientes.
- Control de malezas.
- Control de algunas plagas.
- Garantizar una rápida y uniforme emergencia del cultivo

Tipos de aperos e implementos

Fresadora o rotavator

Cuando se hace labor honda en terrenos de cultivo manejados continuamente, se corre el riesgo de que al voltear la tierra suba la que estaba cruda a las capas más someras, empeorando su clase y dando como resultado disminución de los rendimientos frente a la

antigua labor. La fresadora impide que pueda ocurrir tal efecto, porque remueve la tierra, la desmenuza y la bate sin sacarla de su sitio, con lo que no existe mezcla entre las capas distintas, pero da gran fondo al suelo, que puede ser explorado por raíces profundas sin esfuerzo agotador (Ortiz, 2003).

Este apero sirve para remover la tierra en su capa más superficial llegando a profundizar un mínimo 15 cm y no más de 25 cm en el mejor de los casos. Es la rotación intensa de aparatos de trabajo dentro del suelo labrado el principio en que se basa una fresadora, movimiento que se transmite a esos órganos, derivando hacia los mismos una parte de la potencia producida por un motor de 7HP (Ortiz, 2003).

Una fresadora está constituida por una estructura metálica que soporta el resto de componentes. El eje de cuchillas es un soporte cilíndrico con discos soldados transversalmente separados entre sí unos 20 cm, en él se atornillan unas palas llamadas cuchillas hacia ambos lados (unas 6 en cada disco). Las cuchillas tienen forma curvada a partir de la mitad llegando en algunos casos a alcanzar casi los 90° (Hernández, 2013).

Cinceles

Este tipo de apero agrícola no ha tenido modificaciones significativas desde los tiempos en que el ser humano inició a cultivar el suelo. Sin embargo, los materiales que se utilizan en la actualidad han venido a reforzar la durabilidad y la calidad de su trabajo.

La labor del apero con cinceles está identificada como labranza vertical porque produce la ruptura y el resquebrajamiento de los agregados del suelo a través del impacto de elementos rígidos y soportes verticales. Los cinceles rompen el suelo favoreciendo así la infiltración del agua. La preparación de suelos con este tipo de apero permite dejar protegida la superficie con restos vegetales contra la erosión hídrica sin mezclar notoriamente los diferentes estratos (Gómez et al., 2018).

Azadilla

La azadilla está formada por una lámina con el borde frontal cortante relativamente afilado por un lado y un mango para sujetar insertada en un mango de madera, por lo que es una herramienta indispensable para las labores agrícolas, en especial para la preparación del suelo en la labranza, su peso es de 3 kg. Esta herramienta se utiliza para desterronar, sacar malezas, abrir surcos en la siembra, roturar y en el volteo del prisma del suelo y para tapar las semillas. Las primeras azadas eran de piedra con mango de madera. Como las actuales, inciden de forma oblicua en la tierra, mediante el impulso humano, para abrir hoyos o surcos. El uso prolongado de azadas de mango corto, que obligaban al usuario a

inclinarse desde la cintura para alcanzar el suelo, podía con el tiempo causar un dolor permanente e incapacitante en la parte inferior de la espalda a los trabajadores agrícolas (Florensa & Martínez, 1991).



Figura 2. Características principales de la azadilla
(Cruz et al, 2018)

Motoazada

La motoazada es considerada como un pequeño tractor que se usa para grandes escalas o pequeños terrenos agrícolas y huertos. Es altamente robusta y fiable, perfecta para áreas pequeñas de trabajo. Este equipo dispone de una exclusiva fresa trasera de 2 velocidades que permite dar un acabado esponjoso y fino a la tierra, dejándola a punto para la siembra. Además, es una máquina de fácil manejo gracias a su bajo peso y está diseñada para reducir tanto el esfuerzo como el tiempo durante los trabajos del cuidado del huerto. Esta herramienta se caracteriza por un gran rendimiento, comodidad y eficiencia. Con su empleo se puede labrar el campo de una forma rápida y cómoda ya que cuenta con grandes ruedas arrastradas por un motor de 7 hp (UNE, 2013).

Características de la moto azada

En la Tabla 1 se describen las características que presenta la motoazada y en la Figura 2 sus partes

Tabla 1. Características de la motoazada

CARACTERISTICAS	
Modelo	DTL 9000
Motor	4 tiempos
Cilindrada	212 cc
Potencia	7 hp
Velocidades	3 + 1 M.A.
Embrague	Doble correa
Transmisión	Cadena baño aceite
Ancho de trabajo	800 a 1000 mm
Capacidad deposito combustible	6.5 l
Capacidad de aceite motor	0.6 l



Figura 3. Características principales de la motoazada

Rodillo arador con apero de labranza vertical

El rodillo arador es una herramienta mecánica manual utilizada para labrar la tierra, la finalidad del uso de esta herramienta es que los agricultores eviten el uso de herramientas sumamente costosas (Ilustración 2). Esta herramienta fue diseñada por estudiantes del sexto ciclo de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Cuenca en el año 2022 y con la colaboración del Ing. Andrés Arciniegas y el Lic. Segundo Gallegos. Al elaborar esta herramienta se pretendió cubrir las necesidades básicas de labranza, pero a

su vez ayudar al agricultor a reducir costos altos en maquinaria y evitar la erosión del suelo. (Gualan et al, 2022) El uso del rodillo arador se presenta como herramienta manual innovada que atreves de la fuerza de trabajo que ejerce el agricultor y el estado de compactación del suelo se podrá trabajar ya sea de manera efímera pero a su vez, también dificultosa todo esto tendrá varianza de acuerdo al nivel del esfuerzo que genere cada persona. Mediante este trabajo de titulación se pretende analizar la eficiencia de esta herramienta en preparación de terreno para cultivos hortícolas, además se va a poder analizar si es o no factible su uso en las mismos.

El mecanismo de fuerzas que se efectúa el rodillo arador es fuerza manual del trabajador, no es recomendable en suelos pedregosos su metodología de trabajo se hace en primera instancia con una trinchera que se asemeja a la horca de doble mago utilizada en los jardines para remover el terreno. La finalidad de esta práctica es preparar el suelo para el paso del rodillo, el cual pasara sobre el terreno removiendo y volteara el terreno que con días posteriores se ira reposando y se podrá pasar las veces que sean necesarias hasta obtener un suelo eficiente para el cultivo de plantas plántulas o semillas.

Características

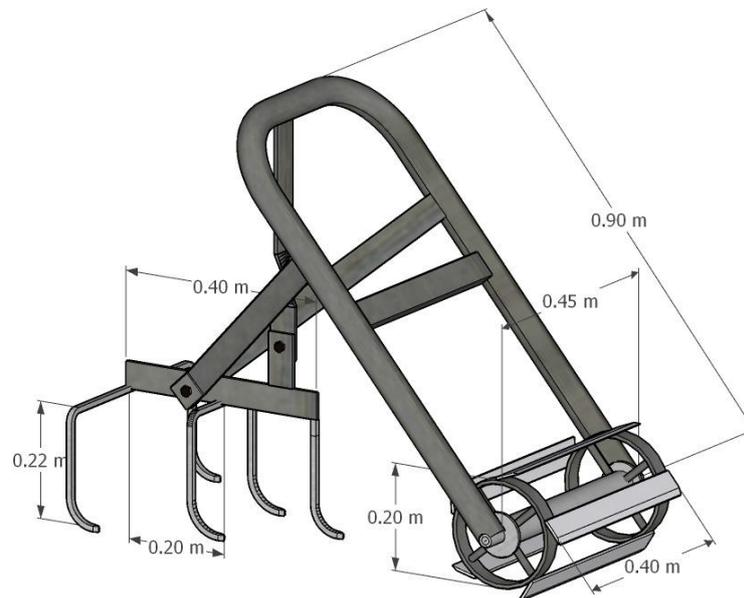


Figura 4. Modelo 3D del rodillo arador

Metodología para la elaboración del rodillo arador

Se marcó el tubo de 2 pulgadas con una tiza justo a la mitad para luego medir 20 cm a cada lado de la señal. Se procedió a ensamblar la dobladora para ajustarle al grosor del tubo, y luego guiándose de las marcas se dobló, dejando como resultado un tubo en forma de U con un ancho de 40 cm.

Se realizó un anillo de 20 cm de diámetro, mediante el uso de una platina de $\frac{1}{8}$ con una longitud de 62 cm. Se utilizó un playo de presión para sujetar un extremo de la platina a un molde circular, luego mediante fuerza humana se dobló para obtener la forma circular y finalmente se soldó los dos extremos.

Para fijar el tubo de 2 pulgadas al anillo se utilizó una varilla de media pulgada cortada en cuatro pedazos de 8 cm cada uno, dicha acción se repitió dos veces, una en cada extremo del tubo. Una vez soldado estas estructuras formaron una sola pieza, luego para formar un eje con esta pieza se cortó un tubo de media pulgada con una longitud de 50 cm, dicho tubo debía entrar perfectamente en el de 2 pulgadas para que de esta manera pueda girar.

Utilizando una lámina de acero cortó 5 rectángulos de 40 x 5 cm y con la ayuda de una amoladora se afiló para de esta manera obtener cuchillas. También se realizaron arandelas artesanales para el tubo que forma el eje.

Una vez listas las cuchillas, se realizó el montaje sobre los anillos con una distancia de 12 cm entre cada una de ellas y una inclinación casi perpendicular al anillo. De la misma manera se colocó las arandelas en los extremos del eje, fijándolas con puntos de suelda. El propósito de las arandelas es hacer que el cilindro gire sobre un eje fijo.

Una vez ensamblado el cilindro con las cuchillas se procedió a soldar al armazón doblado anteriormente. Con una platina de 1/4 se reforzó la estructura y a su vez se formó un punto de conexión para el apero posterior, estos refuerzos fueron colocados en forma de triángulo para de esta manera fijar al máximo la estructura, las dos platinas laterales ubicaron con un ángulo de 90° desde la estructura principal. En los extremos de las tres platinas se realizó un giro con la ayuda de un horno y unas pinzas. Finalmente, en la parte modificada con un taladro mecánico se procedió a realizar agujeros para pernos de 3/8.

El cultivo de zanahoria

La zanahoria pertenece a la familia Apiaceae, es originaria del centro de Europa y el Mediterráneo, este vegetal se encuentra ampliamente distribuido y cultivado por todas las regiones templadas, es bianual. Durante el primer año forma una roseta de hojas finamente divididas y almacenan nutrientes en la raíz, que se vuelve grande, carnosa y comestible. Estas zanahorias de primer año son las que se recolectan para el consumo (Barrionuevo, 2011) debido a que poseen gran valor nutricional, gracias a sus altas fuentes de vitamina A (3,6 mg/100g), B3 (0,50 mg/100g), B6 (0,2 mg/100g). También posee un alto 24 contenido en potasio (290 mg/100g) lo cual ayuda a normalizar el ritmo cardiaco y la presión arterial (Bastidas, 2015). Otras vitaminas presentes en cantidades más discretas son la vitamina C y la vitamina B (Tabla 2) (Valero et al, 2018).

Tiene preferencia por los climas templados por lo que se adapta satisfactoriamente a los valles interandinos, donde la temperatura óptima para su desarrollo está entre 16 y 18°C. López, A (2011) señala que la zanahoria se puede dar en todo suelo abonado, pero debe ser profundo y no debe formar costras superficiales. No se recomienda suelos demasiado ácidos o alcalinos y los suelos óptimos para el cultivo son los francos arenosos y con abundante materia orgánica.

Vega, Méndez y Werner (2011) mencionan también que la zanahoria consta de tres etapas fenológicas. La germinación, emergencia y establecimiento de las plántulas de zanahoria

tarda entre 22 y 32 días. La etapa número I de crecimiento, de 39 a 60 días, se dan los primeros estados de desarrollo de la parte aérea y la raíz; en las primeras semanas la raíz crece en longitud y el desarrollo foliar es lento. En la fase II de crecimiento, de 61 a 97 días, hay un aumento constante en el diámetro de la raíz y en el número de hojas. En la etapa III de crecimiento, de 98 a 123 días, la tasa de crecimiento se desacelera. Finalmente, en la etapa IV, a partir de los 124 días, el tamaño de las raíces y el follaje tiende a estabilizarse previo a la cosecha.

La zanahoria en el Ecuador

La zanahoria se ha convertido en una hortaliza muy necesaria en la producción agrícola puesto que ha aumentado su comercialización tanto a nivel nacional como local, por lo que posee una producción de alrededor de 4.000 hectáreas. En base a lo mencionado, las provincias más productivas son: Chimborazo con 1.350 hectáreas, Pichincha con 870 hectáreas, Bolívar con 480 hectáreas y Cotopaxi con 446 hectáreas sembradas. Esta especie es muy apreciada en la nutrición por su contenido en pigmentos beta carotenos los mismos que se distinguen por sus propiedades anti mutagénicas, fotoprotectoras, inmunológicas y antioxidantes (Díaz, 2021).

Diversidad genética

Alrededor del mundo es posible encontrar cultivadas variedades de distintos tipos de zanahoria. Las variedades cultivadas y comercializadas dentro del país se encuentran los tipos Ámsterdam, Nantes, Chanan y Chantenay (Leteinturier, 1978). La última siendo la más comercial dentro del país, las raíces son cortas y anchas de entre 5 y 6 cm de diámetro, su peso promedio está entre 200-250 g y de color anaranjado fuerte. Es el más sembrado por los agricultores en la región interandina del Ecuador en las provincias de Chimborazo se evidencia la siembra de esta variedad ya que puede soportar malos tratos durante el lavado y transporte lo cual es preferido por los agricultores ya que su producción es destinada mayoritariamente para la comercialización. Con un ciclo de vida de 70-80 días, excelente sabor y alta productividad. La real Chantenay es caracterizada su color brillante y soporta superficies pesadas o compactas (Carvajal et al, 2020).

3.5.2 Comercialización

A través de fuentes primarias tales como los mismo agricultores de la zona se conoce que el kilogramo de zanahoria en la parroquia Octavio Cordero Palacios para la venta al por mayor es de USD 1,40. Así también el precio directo al consumidor fluctúa entre el USD 1,90 a 2,00. Reportándose estos valores en los meses de septiembre y agosto. La venta ya sea en los mercados es menos valorado el precio del producto, mientras que en grandes

empresas o centros de acopio el precio es relevante mente mayor pero los tramites son procesos estrictos que la gente opta por vender a los intermediarios.

Los valores de producción del cultivo de zanahoria son relevantes en los cultivos hortícolas ya que la extensión La zanahoria se produce en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo. Esta última provincia es la que más origina este tubérculo, al año produce 10.300 toneladas, siendo la producción total en el Ecuador de 28.130 toneladas anuales. La mayor parte de la producción de zanahoria es para consumo interno. Solo se exporta un 3,9%, que corresponde a la variedad conocida como “*Baby* (zanahoria bebé), tanto fresca como congelada (Cofre & Saltos, 2018)

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en la comunidad San Vicente de la parroquia Octavio Cordero Palacios, ubicada al norte del Cantón Cuenca, en la provincia del Azuay (Figura 1). Geográficamente se sitúa bajo las coordenadas UTM, Norte: 9 656 308; Este: 675 477 y a una altitud de 3600 m s.n.m. El área de experimentación en la que se instalaron 21 unidades experimentales tiene un total de 200 m². Según Criollo, et al. (2011) la comunidad San Vicente de la parroquia Octavio Cordero Palacios, limita al norte con la periferia del Cantón Déleg de la Provincia de Cañar; al sur con la parroquia Sidcay, del Cantón Cuenca; al este y oeste con las parroquias Solano y Checa respectivamente, a una distancia media de 18km de la cabecera cantonal en línea recta y a 30 minutos en vehículo particular.

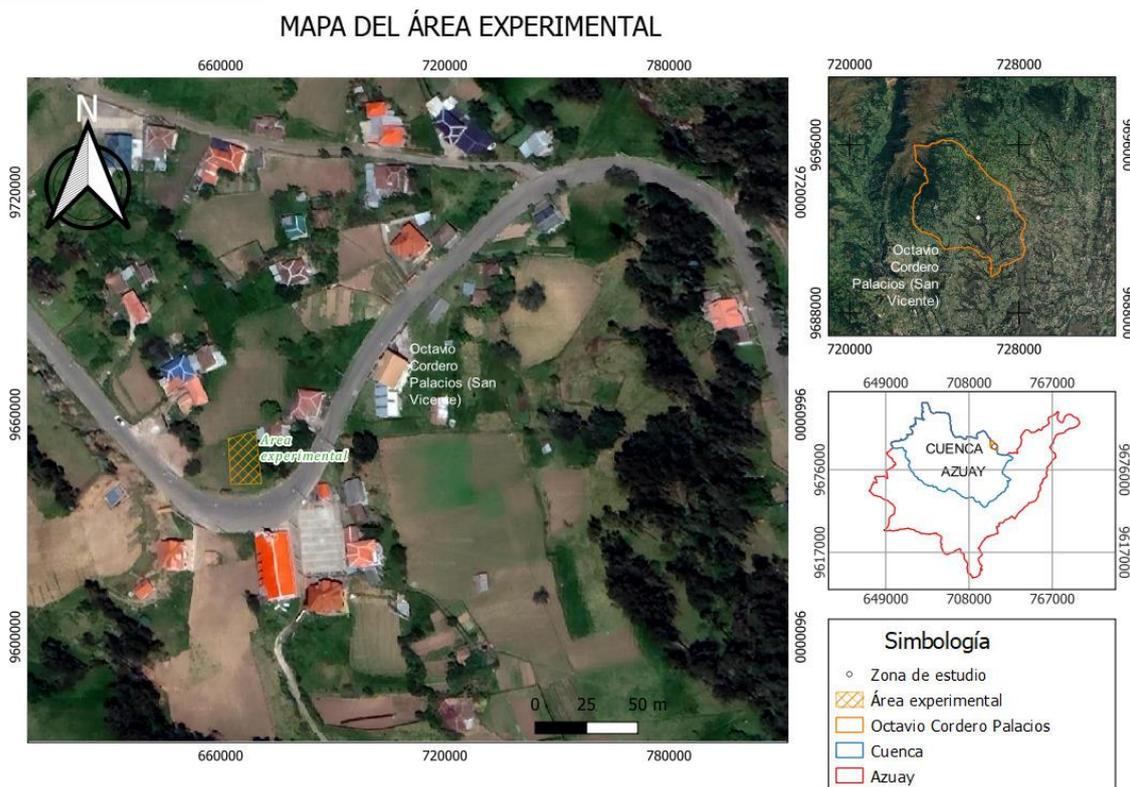


Figura 5. Mapa de ubicación de la parcela experimental

Fuente: Google Earth (2023)

Al analizar el uso de la tierra en la parroquia Octavio Cordero Palacios, se observan sistemas de producción agrícola tradicional, conformados por cultivos de maíz asociado con fréjol, haba, avena, trigo, cebada y algunas especies de cucurbitáceas. También se implementan huertas hortícolas con una diversidad importante de especies, las mismas presentan una baja producción y problemas sanitarios. Esta producción está destinada al autoconsumo y los excedentes destinados a la comercialización en mercados locales, con precios de venta inferiores a los costos de producción.

En el terreno de cultivo donde se implementaron las unidades experimentales correspondió a un lote en descanso. Aquí se activaron de forma directa tres implementos diferentes para retirar el material vegetal presente en el área, reducir la resistencia y redistribuir los agregados del suelo. Cada uno de los aperos agrícolas permitieron destruir terrones voluminosos para alcanzar una nivelación adecuada de la superficie del terreno antes de la siembra, considerando que la preparación de la cama de cultivo depende del tamaño de las semillas, siendo más fina en capas superiores para semillas pequeñas, como en el caso de la zanahoria.

Contexto biofísico y ecológico del área de estudio

Al estar asentada en la parroquia Octavio Cordero Palacios, la comunidad en estudio pertenece a la zona agroecológica 17M caracterizada por encontrarse en un rango altitudinal que va desde los 2586 a 3600 msnm con periodos de crecimiento que van desde los 11 a 12 meses (Dercon et al, 1998). Las temperaturas varían en un rango que van desde los 10 a 12°C en nuestra zona de estudio. Mientras que para las zonas más altas como las comunidades de San Luis de Parcoloma y La Dolorosa, la temperatura varían desde 8 a 10°C y para la zona baja de la parroquia existen temperaturas que oscilan entre 12 a 14°C (Pourrut et al, 1983)

En el año 2022 la precipitación promedio anual en Octavio Cordero Palacios es de 967.81 mm anuales, distribuidos para toda la parroquia. Por lo tanto, las precipitaciones a lo largo del año tienen mayor incidencia en los períodos de marzo, abril, julio y febrero en donde la pluviosidad promedio mensual está por encima de los 120mm, en los períodos de marzo y abril, se sitúa bajo los 60mm en los meses agosto, septiembre y noviembre.

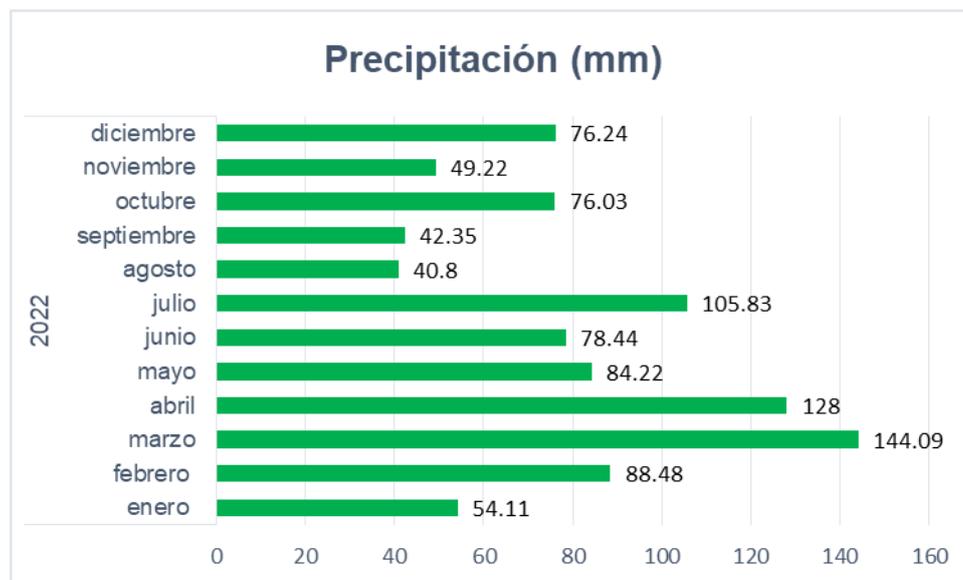


Figura 6. *Precipitación en Octavio Cordero Palacios en el año 2022*
(Stackhouse P, 2024)

Establecimiento del cultivo y selección de la muestra

Para el establecimiento del cultivo se emplearon semillas de zanahoria de la variedad Chantenay Red Core, las mismas fueron sembradas de manera directa en un terreno preparado mediante labranza primaria con aperos tradicionales de tipo vertedera y labranza secundaria de acuerdo a los tratamientos definidos para este estudio. El área establecida fue de 200 m² totales, el cual se dividió en siete camas de cultivo. Cada cama fue dividida en 3 unidades experimentales donde se instaló cada uno de los tratamientos. Cada cama

tuvo 6,40 m de largo y un ancho de 1,20 m, mientras que el distanciamiento entre las camas fue de 0,40 m, el cultivo se sembró en hileras triples con un espaciamiento de 0,30 m entre hileras y 0,15 m entre plantas.

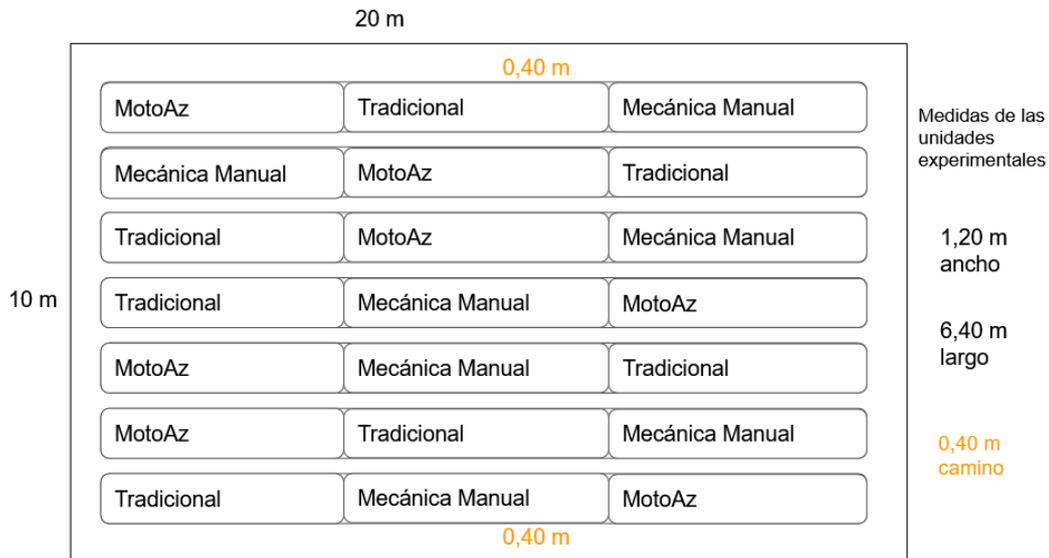


Figura 7. *Diseño de la parcela de estudio*

Fuente: Autor

Metodología para el objetivo específico 1: “Analizar condiciones físicas y químicas del suelo de acuerdo a los tres tipos de labranza a utilizarse”

Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. Para determinar los cambios en las propiedades físicas (densidad aparente, textura, estructura) y químicas (pH, MO y conductividad eléctrica) del suelo. Se realizó muestreos de suelos en tres diferentes etapas de la implementación del cultivo (momentos de medición): el primer momento se lo realizó antes de la intervención de la labranza (pre-labranza); el segundo momento fue después de la intervención de la labranza (post-labranza), y el tercero momento de medición se realizó al final del ciclo del cultivo (post-cultivo). Esto para evidenciar si los diferentes tipos de labranza o el cultivo han influido en las características físicas y químicas del suelo.

Para la densidad aparente se tomaron muestras inalteradas con anillos de volumen conocido, en el centro de cada unidad experimental. Para el caso de las variables textura y propiedades químicas se recolectó una muestra compuesta conformada por 3 submuestras en cada unidad experimental, las cuales nos darán una cantidad de 21 muestras por cada fase de muestreo. Se llegó a obtener un total de 63 muestras y se utilizaron los siguientes métodos para los análisis respectivos.

La densidad aparente se analizó con las muestras inalteradas recolectadas en campo, estas fueron secadas a 105° por 24 horas, posteriormente se tomó los datos del suelo seco y datos del anillo (altura y radio) para obtener el volumen del anillo. Finalmente se calculó la densidad aparente utilizando la siguiente fórmula. $D_a = P_{ss}/V_t$, donde: D_a : Densidad aparente, P_{ss} : Peso suelo seco, V_t : Volumen total

Para el cálculo de la textura, se tamizó 20 g de suelo por un tamiz número 10 con medida de 2mm y se secó a 105° por 24 horas, se mezcló el suelo con 20 ml al 4% de hexametáfosfato y se batió durante 15 minutos, el suelo fue colocado en un tamiz de 63 micras. Luego, se realizó un proceso de lavado de las partículas, las partículas que quedó en el tamiz fueron consideradas arena y se colocó en una probeta para ser secadas a 105° por 24 horas y el agua se colocó en una probeta de 1000 ml para tomar los respectivos datos. Finalmente, con el uso del hidrómetro, se tomaron los datos a los 50 g, 5 minutos, 2 horas, 16 horas y 24 horas después de introducir las muestras. La estructura se midió basándonos en la guía de la FAO, de forma manual.

Para determinar la conductividad eléctrica se pesó 10 g de suelo seco (anteriormente pasado por un tamiz número 10 con medida de 2 mm) secado al ambiente luego, se mezcló con 50 ml de agua destilada, posteriormente se batió durante 15 minutos y finalmente mediante el uso del Conductímetro se obtuvo datos de C_e .

Para determinar el pH se mezcló 20 g de suelo (anteriormente pasado por un tamiz de número 10 y con medida de 2mm) secado al ambiente, en 50 ml de agua destilada, posteriormente se batió por 15 minutos y por último, mediante el potenciómetro se tomó los datos de pH.

Para calcular la materia orgánica se pesó 10 g de suelo antes tamizado por un tamiz número 10 con medida de 2 mm y se colocó en un crisol. Seguidamente se llevó a secar en la mufla a una temperatura de 400° por 8 horas y por último se tomó los datos del suelo seco.

Metodología para el objetivo específico 2: “Caracterizar el comportamiento fenológico y agronómico del cultivo de zanahoria con el empleo de tres sistemas de labranza a evaluarse”

Para la evaluación del comportamiento fenológico del cultivo se registraron datos como: la emergencia o germinación de la zanahoria a los 22 y 32 días después de la siembra para comprobar cómo fueron desarrollándose en el transcurso de los días las plántulas. Para ello

se realizó la contabilización del número de plantas que germinaron y emergieron, tomando en cuenta que tengan sus hojas sobre la superficie del terreno. A los 130 días culminando el ciclo del cultivo de zanahoria se tomaron variables como: altura de la planta, con el uso de una cinta métrica, longitud de la raíz principal, mediante la ayuda de un flexómetro se midió desde el ápice de la raíz hasta el cuello de la planta. También se pesó la raíz luego de la cosecha; para ello se limpió la raíz tuberosa y posteriormente se la pesó, usando una balanza (g), se midió el diámetro de la zanahoria (cm) en el cuello usando un calibrador Vernier.

Se realizó control de arvenses (malezas) para disminuir la competencia interespecífica. Se consideró la primera etapa de crecimiento de la planta de zanahoria es el período más crítico, ya que su sistema radicular es aún muy débil y su velocidad de crecimiento es muy lenta. Pavón Duque (2013) recomienda mantener el cultivo libre de malezas durante los primeros 60 días después de su crecimiento. Por lo tanto, el control de arvenses se realizó a través del uso de una azadilla y de forma manual a los 30 y 60 días después de la siembra.

Metodología para el objetivo específico 3: “Determinar la productividad y los costos de producción de cada uno de los tres sistemas de labranza desarrollados en el estudio”

Para determinar el rendimiento del cultivo en cada parcela se registró el peso de la producción de cada parcela neta y se expresó en kg/m². Posteriormente, se calculó el rendimiento por cada metro lineal de cama.

Para determinar de los costos parciales del trabajo, se contempló todas las inversiones que se realizan en el proyecto durante el trabajo de campo de forma permanente. Para este caso se tomó en cuenta los siguientes aspectos: los ingresos, costos fijos, costos variables y utilidad neta. Gracias a estos indicadores se pudo determinar la rentabilidad que presentó el proyecto.

-Ingresos: Se consideró los valores totales de los tratamientos que se obtuvo del rendimiento de la producción por precio de la hortaliza.

-Costos totales: Los costos totales son iguales a la suma de los costos variables más los costos fijos, aquí se consideró todos los gastos realizados para esta investigación.

$$CT = CV + CF.$$

-Utilidad neta: Es la diferencia de los ingresos y los costos totales, para ello se aplicó la siguiente fórmula: $U N = I - C$, donde: $U N$ = Utilidad neta, I = Ingresos y C = Costos

-Relación Beneficio/Costo: Para el cálculo del beneficio-costos se aplicó la siguiente fórmula

$$RB/C = \text{Ingresos}/\text{Costos}$$

Resultados

La densidad aparente no fue estadísticamente diferente en ningunos de los tratamientos evaluados, no obstante los valores disminuyen en el segundo momento del muestreo, y luego vuelve a incrementarse en tercer momento de medición (post-cultivo). (Figura 8)

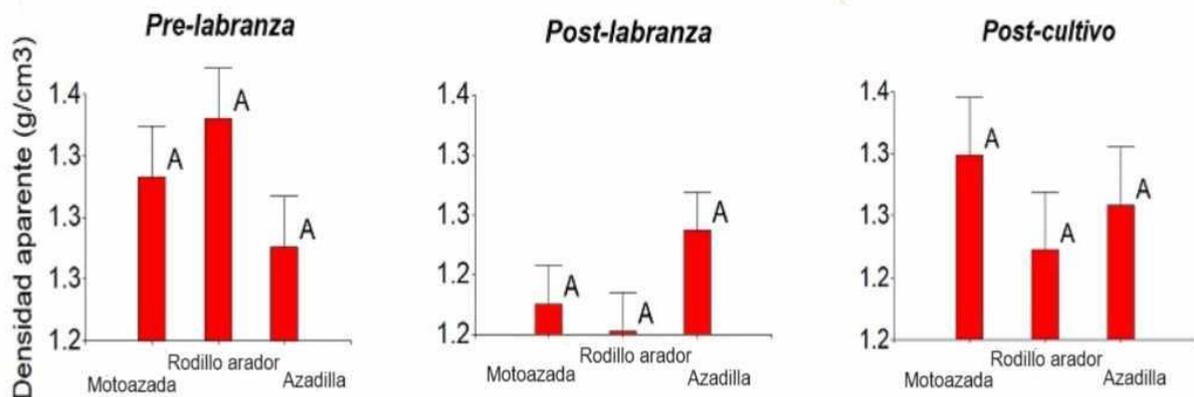


Figura 8. Densidad aparente evaluada bajo tres tratamientos diferentes: Motoazada, Rodillo arador y Azadilla, durante la: pre-labranza, post-labranza, post-cultivo. La letra (A) representan que no se vieron diferencias estadísticamente significativas obtenidos con la prueba de tukey $P < 0.05$.

El pH no fue estadísticamente diferente en los tres tratamientos (Motoazada, Rodillo Arador y Azadilla), con los mayores valores pre-labranza y post-labranza respectivamente (Figura 9).

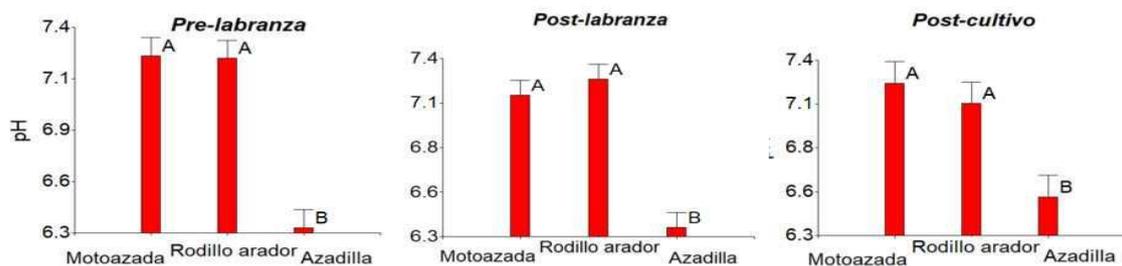


Figura 9. pH evaluado con tres herramientas agrícolas y en tres tiempos de medición: pre-labranza, post-labranza, post-cultivo. Letras diferentes significan diferencias significativas obtenidos con la prueba de tukey $P < 0.05$.

La conductividad eléctrica en los dos primeros tratamientos no presentó diferencias significativas en los diferentes momentos de medición. No obstante, fue estadísticamente diferente en el tratamiento tres (Azadilla), con mayores valores para la primera y tercera medición (Pre-labranza, Post-cultivo; figura 10).

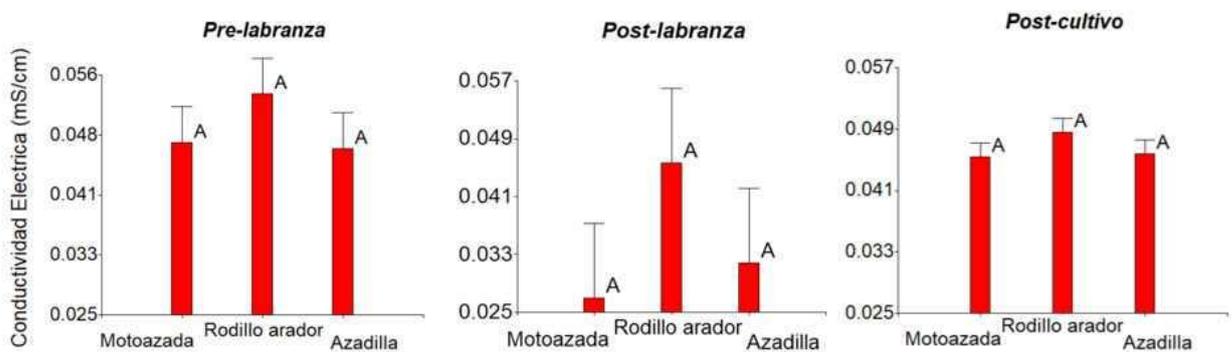


Figura 10. Conductividad eléctrica evaluada en tres herramientas agrícolas en tres tiempos de medición: pre-labranza, post-labranza, post-cultivo. Letras diferentes significan diferencias significativas obtenidos con la prueba de tukey $P < 0.05$.

La materia orgánica no fue estadísticamente diferente en los tres tratamientos considerando los diferentes momentos de medición (Pre-labranza, Post-labranza y Post-cultivo).

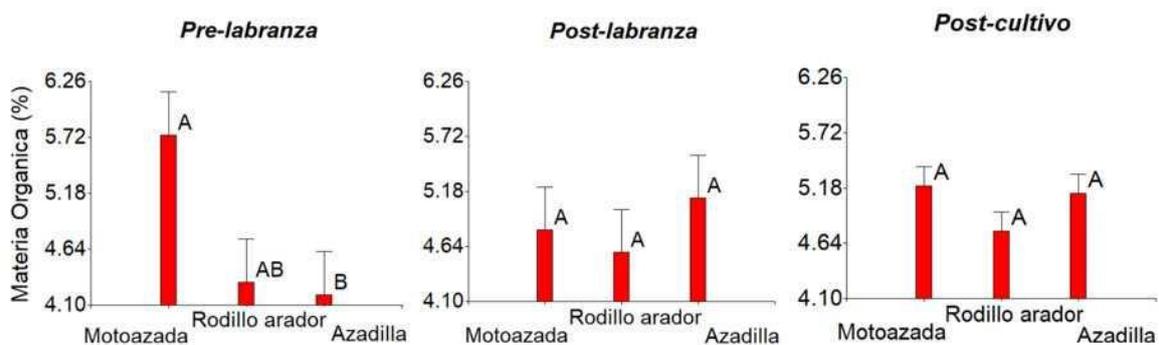


Figura 11. Materia orgánica evaluada con tres herramientas agrícolas y en tres tiempos de medición: pre-labranza, post-labranza, post-cultivo. Letras diferentes significan diferencias significativas obtenidos con la prueba de tukey $P < 0.05$.

La textura fue estudiada en base al porcentaje de partículas analizadas (arena, limo y arcilla) en donde se identificó la predominancia de la clase textural Franco arcilloso (tabla 2).

Tabla 2. Clases texturales evaluadas en los tres tratamientos (Motoazada, Rodillo arador y Azadilla) en diferentes momentos de medición (Pre-labranza, Post-labrazanda y Post-cultivo).

TEXTURA		
Tratamientos	Momentos medición	Clases texturales
	Pre-labranza	Franco arcilloso
Motoazada	Post-labranza	Franco arcilloso
	Post-cultivo	Franco arcilloso
	Pre-labranza	Franco arcilloso
Rodillo Arador	Post-labranza	Franco arcilloso
	Post-cultivo	Franco arcilloso
	Pre-labranza	Franco arcilloso
Azadilla	Post-labranza	Franco arcilloso
	Post-cultivo	Franco arcilloso

La germinación de las plantas de zanahoria fue superior estadísticamente ($p < 0,05$) en los tratamientos de Motoazada y Rodillo Arador, a diferencia de la Azadilla (Figura 12A). El raleo de plantas después de la siembra fue superior estadísticamente ($p < 0,05$) en la motoazada. No obstante los tratamientos de Rodillo Arador y Azadilla presentaron los menores valores (Figura 12B).

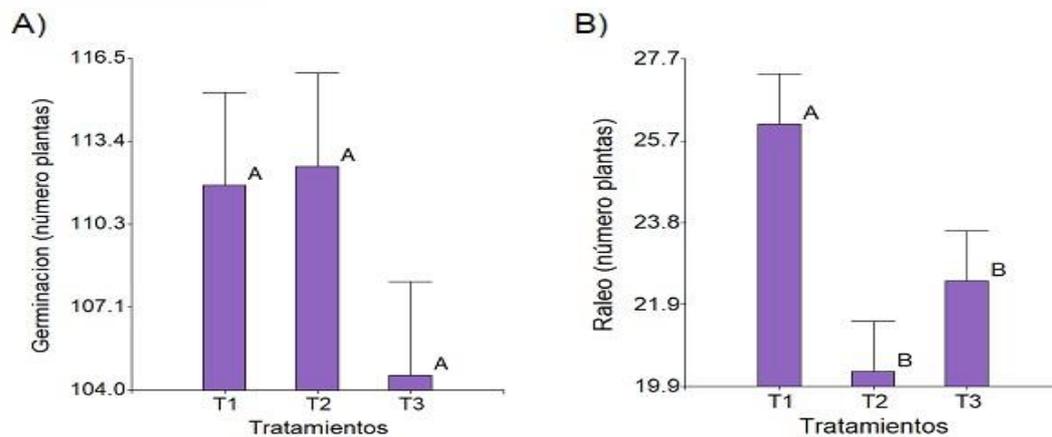


Figura 12. Germinación y raleo por parcelas de las plantas de zanahoria comparadas por cada tratamiento. T1: motoazada; T2: rodillo; T3: azadilla media el empleo de la prueba de tukey $P < 0.05$.

La altura de las plantas de zanahoria (Figura 13A), el largo de raíz (Figura 13B) y el diámetro de la raíz (Figura 13C) no presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. No obstante, el peso de zanahoria obtenido a nivel de parcela fue superior estadísticamente ($p < 0,05$) para el tratamiento 1 a diferencia del tratamiento 3 y 2 (Figura 13D).

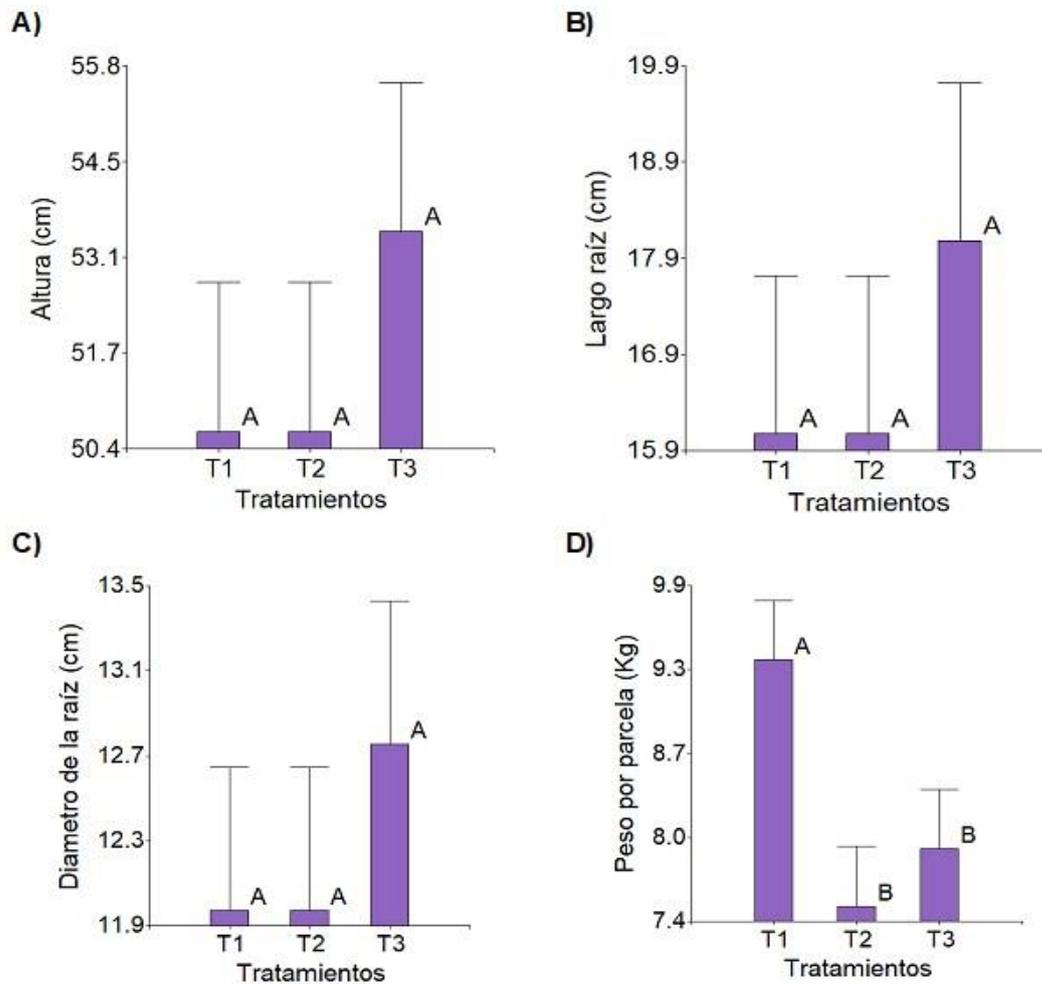


Figura 13. Altura, largo, diámetro de la raíz y peso por parcelas de las plantas de zanahoria comparadas por cada tratamiento. T1: motoazada; T2: rodillo; T3: azadilla media el empleo de la prueba de tukey $P < 0.05$.

El tiempo de preparación del terreno fue superior estadísticamente en el tratamiento 2 a diferencia del tratamiento 1 que presentó los menores valores (Figura 14A). El alzado de camas duró el mismo tiempo (estadísticamente) con los tres tratamientos (Figura 14B). Las labores culturales tales como construcción de camas (Figura 14C), tablado de surcos (Figura 14D), deshierbe (14E) no presentaron diferencias significativas. Sin embargo, el tiempo de cosecha fue superior aplicando la herramienta y equipo del tratamiento 1 y 3 a diferencia del tratamiento 2 que presentó los menores valores.

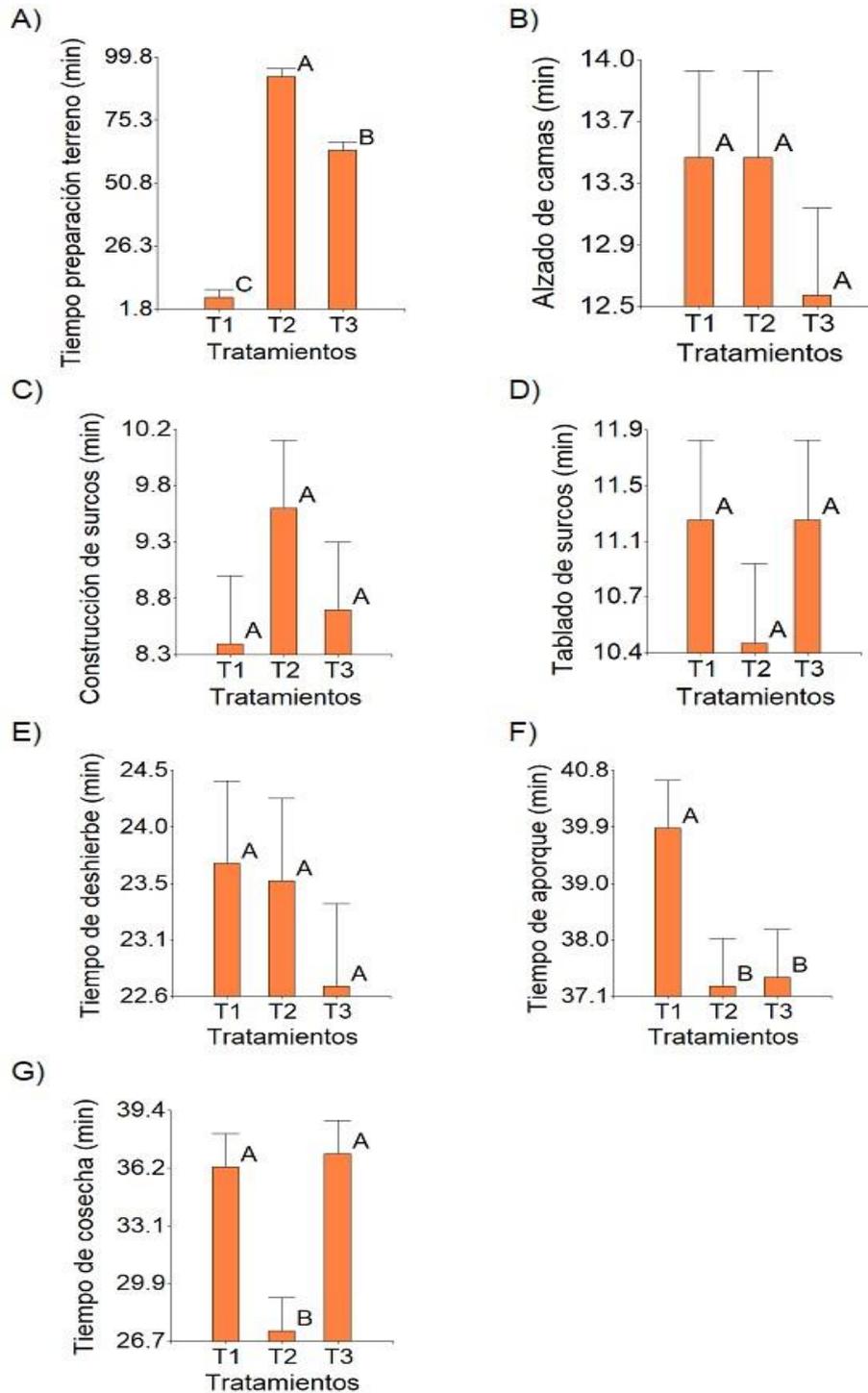


Figura 14. Tiempo empleado en las labores culturales comparado entre los diferentes tratamientos. T1: motoazada; T2: rodillo; T3: azadilla

Los gastos o costos aplicados para cada variable y por actividad son superiores numéricamente en cuanto a las exigencias de laboreo especialmente con la motoazada (Figura 15). Pero en este mismo rubro son menores para los otros dos tratamientos (ver anexo K y N). Otra labor con alto costo es el cercado del área con igual magnitud en los tres

tratamientos. Las actividades con menores costos son la siembra y cosecha con similares valores en los tres tratamientos (Figura 15).

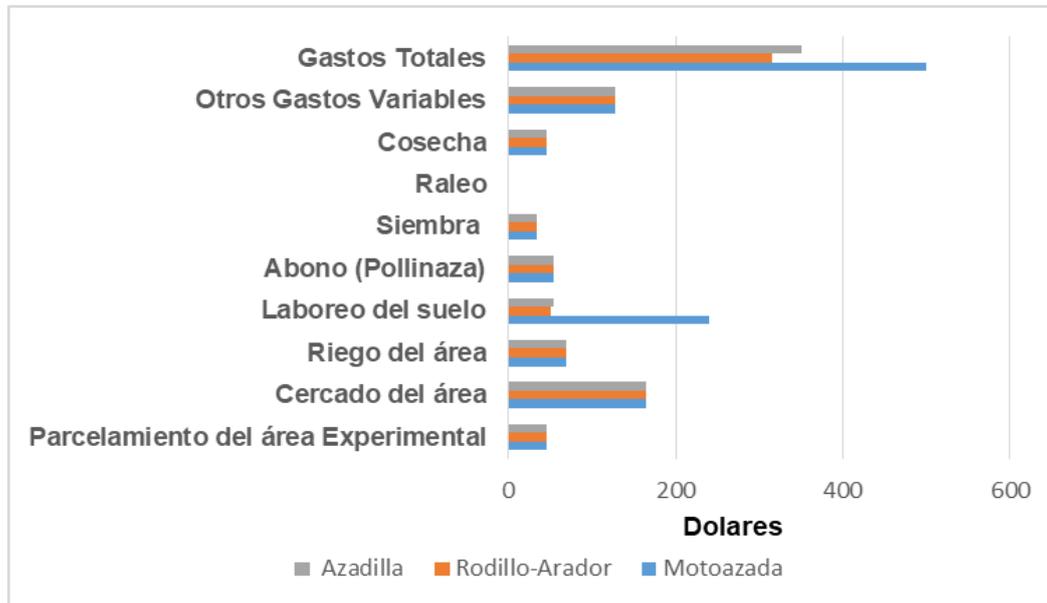


Figura 15. Costos de producción del cultivo de zanahoria, considerando tres equipos y herramientas como tratamientos.

En la figura 16 se puede apreciar los ingresos proyectados para una hectárea, en donde el valor más alto se refleja en la motoazada, seguido de la azadilla y por último el rodillo arador. Los ingresos netos e ingresos reales registraron magnitudes numéricas similares entre los tres tratamientos (Figura 17). No así los gastos por parcela que fueron superiores con la motoazada, seguida de la azadilla y finalmente el rodillo (Anexo K y N). La tasa interna de retorno y la relación beneficio costo fue similar entre los tratamientos, aunque la que obtuvo los mayores resultados numéricamente fue la motoazada, seguido del rodillo arador y de la azadilla (Figura 18).

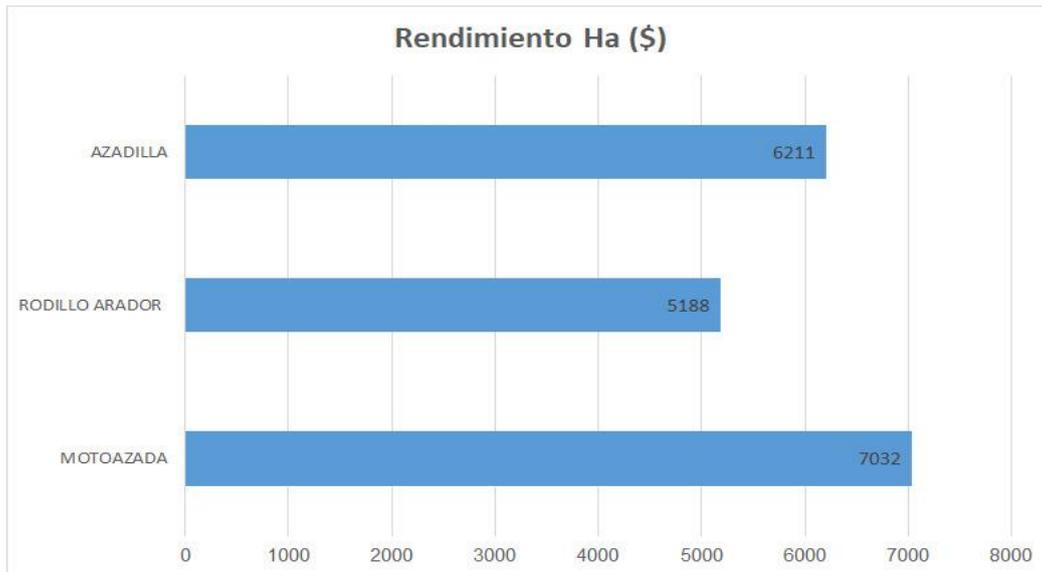


Figura 16. Proyección de ingresos para una hectárea

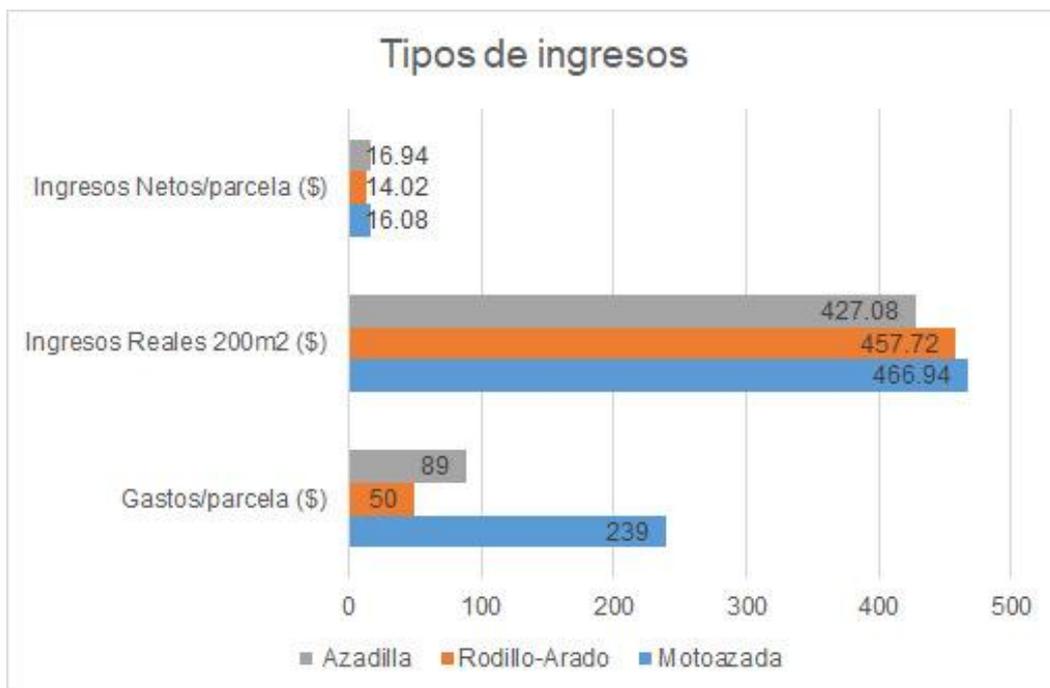


Figura 17. Ingresos y gastos registrados en la presente investigación.

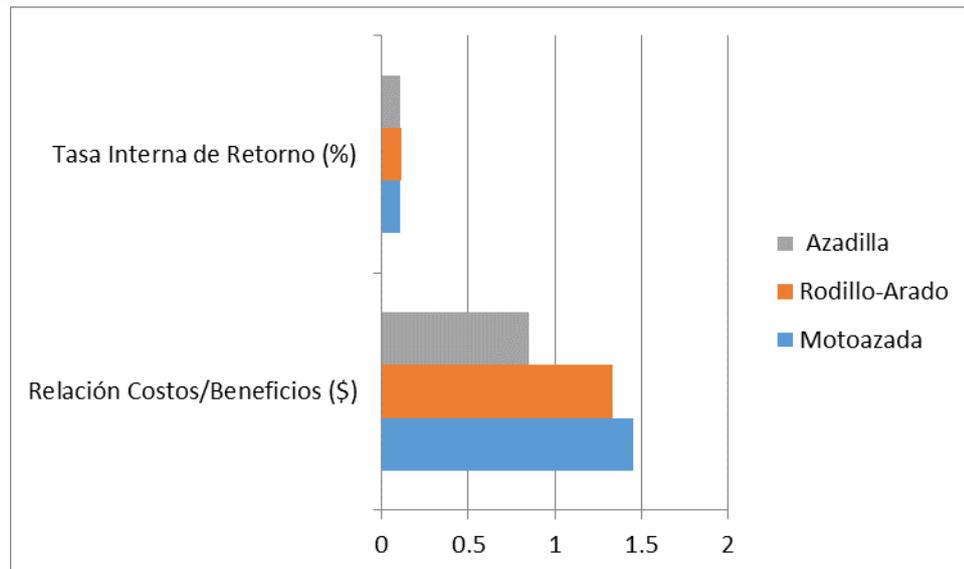


Figura 18. Tasa interna de retorno y relación beneficio costo registrados en la presente investigación.

Discusión

Objetivo Específico 1

Un indicador del laboreo de suelo es la labranza ya sea tradicional y mecánico manual. Depende de qué tipo de trabajo se efectúe, para preservar o mejorar las condiciones físicas y químicas de suelo en este caso la densidad aparente. En el marco de discusión los suelos con escasa intervención tendrán poca diferencias en los comportamientos físico-químicos, ya que de lo contrario suelos que se interviene a gran escala para mantener tres ciclos de cultivos al año dentro del mismo espacio van a poder aportar información que corroboren cambios significativos y se obtengan mayor información. Dentro de este estudio podemos observar que uno de las variables más importantes del comportamiento de suelo no presentó diferencias significativas que nos permitan evaluar a gran escala el comportamiento del suelo. No obstante después de la intervención de los equipos, se observa que va disminuyendo cuando se realiza la labranza y se vuelve a incrementar al finalizar el ciclo del cultivo. Esto permite inferir que luego de la labranza especialmente la eficiencia de la motoazada para descompactar el terreno, lo cual es el punto de partida para que luego del cultivo el terreno quede con una baja densidad. Esta particularidad permite que el suelo mantenga sus características deseables para que se conserve, no sufra erosiones hídricas, durante y después del cultivo (Becker, 2006).

Otras particularidades se dieron en el tratamiento 1 con el pH que disminuye desde un neutral hasta un ácido, lo cual posiblemente se deba a que el suelo removido sea susceptible a la lixiviación de nutrientes. Esta lixiviación está asociada directamente con la

disminución del pH que provoca acidificación (Torres et al., 2017). Esto sucede de manera similar en los tres tratamientos lo cual permite afirmar nuestro análisis previo y al mismo tiempo plantearnos una nueva interrogante que puede ser verificada en futuras investigaciones.

La conductividad eléctrica en el tercer tratamiento tuvo diferencias significativas, solo mostró un patrón de disminución cuando se aplica la labranza con la herramienta que forma parte de este tratamiento (sistema tradicional azadilla). Sin embargo y seguidamente se vuelve a incrementar por lo que se infiere que el cultivo en su desarrollo se asocia con esta variable edáfica. Explicar este fenómeno se torna complicado si no se realiza mayores ensayos considerando como hipótesis una simbiosis atípica entre el desarrollo del cultivo de zanahoria frente a la conductividad eléctrica, lo que explica que el beneficio del cultivo va ser mutuo y el desarrollo del mismo evolucionara de acuerdo al comportamiento de la conductividad. Sudduth et al. (2005) afirma que la conductividad eléctrica del suelo está influida por el contenido de humedad en suelo, a mayor cantidad de agua presente en el suelo, mayor conductividad eléctrica y a menor presencia de agua, menor conductividad eléctrica. En el año 2009 se realizó un estudio con dos tratamientos, los mismos se midió la conductividad eléctrica en diferentes tiempos, en donde se presentó la cantidad de agua circundante en el suelo ya sea la precipitación y la evapotranspiración acumulada, en el área de estudio, se evidencia que en el primer período de muestreo hubo pocas precipitaciones, pero con bajos valores de evapotranspiración, lo que propicia un alto contenido de agua en el suelo. Posteriormente, en el segundo período de muestreo existe un aumento de las precipitaciones permitiendo el incremento del almacenamiento de agua en la capa superficial del suelo, provocando el mayor valor de conductividad eléctrica, un aspecto de mayor importancia es que cerca del suelo de estudio existe niveles freáticos altos lo que va inferir mucho en estos resultados. En este trabajo de titulación los datos coinciden con la información citada ya que las pruebas de conductividad arrojan un constante incremento de la conductividad eléctrica.

Los valores de MO no se modificaron bajo ningún tratamiento ni en ningún tiempo de medición. La mayor densidad aparente mostrada por la motoazada antes de la labranza (Figura 6A), y su disminución notable en la segunda y tercera medición permite inferir su alta eficiencia en todo el ciclo del cultivo para disminuir la compactación del suelo. Estos resultados no son consistentes con los registrados en Colombia en donde se experimentó el uso de diferentes equipos incluyendo la motoazada sobre las propiedades físicas del suelo, las cuales luego de su aplicación no registraron diferencias significativas (González et al., 2007). Gonzales en el año 2015 afirma también que la compactación del suelo suele ser causada por el sistema de labranza, específicamente a través de prácticas mecánicas. El

arado repetido puede dar lugar a la formación de bandejas o pisos de arado en el suelo cultivado, debido al uso de maquinaria de labranza pesada. La pulverización y mullido de suelo causado por la labranza convencional, producen una estructura del suelo más fina y suelta, en comparación con el método de conservación y siembra directa que deja el suelo intacto.

Objetivo Específico 2

El número de plantas germinadas o que surgieron en cada tratamiento no presentaron diferencias significativas, lo que permite deducir que no existe un impacto de las herramientas o equipos usados sobre esta variable. No así con el raleo que permite eliminar las plantas no deseables. Esta variable registro mayor número de plantas eliminadas provenientes del tratamiento 1 – motoazada, a diferencia del tratamiento 2 – rodillo. Razones que expliquen esta particularidad se tornan inciertos ya que la motoazada permite obtener mejor labranza respecto a variables explicadas anteriormente como la densidad aparente y pH, aunque en nuestro primer análisis estos dos se tornaron contradictorios. Este raleo también, no solo ha aumentado las tasas de erosión, sino que también probablemente ha afectado significativamente la escorrentía, y pudo haber tenido un impacto negativo en la producción agrícola local, fenómeno reportado en otros estudios para hortalizas y cereales (Sánchez et al., 2008; VanOost et al., 2000; FAO, 2011). Estos resultados no concuerdan con nuestra investigación, puesto que el raleo permitió mejor desarrollo de la raíz. Otro aspecto importante respecto a este resultado es que el cultivo de zanahoria posiblemente al inicio, necesite de suelos más compactos con mayor densidad aparente y que paulatinamente se vayan des compactando como resultado de las labores culturales para obtener mejor productividad. Ante ello Díaz Gonzales (2021) afirma que las labores culturales que se aplican al cultivo de zanahoria mejoran la densidad y su textura lo cual permite dar mayor aireación en la parte interna beneficiando al sistema radicular especialmente.

Objetivo Específico 3

La preparación del terreno fue mucho más rápida (menos tiempo, figura 13A) con la motoazada lo cual demuestra una marcada eficiencia en el tiempo de este equipo en comparación con los demás tratamientos. Ríos (2016) afirma que al utilizar equipos mecanizados para la labranza se optimiza el tiempo lo cual se asocia con otras variables de eficiencia. También se disminuye costos por mano de obra que se ven recompensados para dar mantenimiento constante al equipo. Opuestamente para el aporque esta máquina no resulta ser la mejor por registro los mayores valores, lo cual permite inferir que al usar otros equipos complementarios como la azadilla o el rodillo se puede lograr mejor eficiencia. Con

respecto al tiempo de cosecha el equipo con mayor eficiencia fue el rodillo arador ya que registró menor tiempo frente a los dos tratamientos. Esto nos permite afirmar que para las labores agrícolas de un cultivo se necesita de una serie de equipos que se conjugan para las diferentes etapas asociadas con sus diferentes labores culturales (De Campo, 2009).

Los gastos totales se ven mayormente representados por el tratamiento uno que es la motoazada. Los análisis previos mostrados anteriormente dan como mejor equipo de labranza a la motoazada, pero asociadamente se contradicen sus costos. Que superan en caso un 100% al rodillo arador. Ante ello es importante definir y priorizar su uso considerando sus beneficios, pero también sus desventajas. Esto se asocia directamente con los costos de mercado del producto agrícola cosechado. Si su precio es bueno en el mercado pues se justifica su uso ya que se podría cubrir los costos y aun así obtener una ganancia. Por lo contrario si el precio del producto cosechado es bajo, caso contrario se debería realizar un análisis exhaustivo y considerar en lo posible un análisis financiero minucioso para con base a indicadores económicos despejar si nuestro proyecto agrícola puede ser o no rentable. Ante ello Fernando & Rangel (2021) afirman que el análisis financiero es una herramienta que nos permite despejar dudas cuando queremos comprometer un capital a actividades agrícolas y que su retorno económico es incierto debido especialmente a los ingresos que nos generarán los productos que serán vendidos al final de la inversión.

Esta investigación con sus diferentes flujos de ingresos y egresos resultó ser rentable en los tres tratamientos mostrando una relación beneficio costo positiva. Esto nos permite inferir que por cada dólar invertido en el proyecto se obtendrá una ganancia positiva cuando se venda la zanahoria, cultivada bajo los diferentes tratamientos que fueron motivo de esta evaluación.

Conclusiones

Objetivo Específico 1

Un indicador de lo que sucede con el comportamiento del suelo frente a un cultivo son las propiedades físicas y químicas del suelo, estas fueron evaluadas durante tres momentos: a) en pre-labranza, b) luego de la activación de cada uno de los equipos y c) al finalizar el ciclo del cultivo. En ninguno de estos tiempos se presentaron diferencias significativas en las variables del suelo que fueron analizadas, la densidad aparente no fue estadísticamente diferente en ningunos de los tratamientos evaluados, no obstante los valores disminuyen en el segundo momento del muestreo, tras la aplicación de la máquina, y finalmente se incrementa en el tercer momento de medición (pos-cultivo). Esta condición podría presentarse por escasas de espacio poroso en el terreno de cultivo donde se instaló el experimento, ya que en pre-labranza el suelo correspondía a un área productiva en cuya cobertura se desarrolló agresivamente kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), esto aumentaría la cantidad de material por unidad de volumen y por ende los valores de la densidad aparente del suelo. Contrario a lo mencionado, lo que pasa tras la activación de los equipos y aperos al momento en que el cultivo está desarrollándose, se genera que los agregados del suelo a través de las interacciones establecidas, muestren valores más bajos de densidad aparente con la existencia de mayor espacio poroso. Finalmente, al momento de la cosecha la variable de densidad aparente tiende a incrementarse, pero no muestra valores tan altos como en el primer muestreo en pre-labranza, por lo que se puede concluir que la densidad aparente del suelo aumenta ligeramente pero no afecta a la producción del cultivo relacionado de forma determinante con el tamaño de la raíz pivotante.

Objetivo Específico 2

La fenología de los cultivos va a variar de adecuado al manejo y laboreo del suelo en el caso específico del cultivo de zanahoria, los mejores resultados se presentaron en el tratamiento 1 (motoazada), que da como resultado un producto con mayor peso además se evidencio rangos positivos del desarrollo del cultivo, tanto en días a germinación, emergencia y un óptimo desarrollo. El utilizar este tipo de maquinaria desde el inicio del labrado del suelo permitió tener un suelo óptimo para la siembra, suelo con mejor aeración para las raíces y mejor textura el cual infirió en su posterior desarrollo.

Objetivo Específico 3

Los tres tratamientos fueron rentables considerando la relación beneficio costo. Asociadamente a esta rentabilidad, la motoazada fue la que mayor rentabilidad presento. En razón de la productividad de los tipos de laboreo comparados hasta la cosecha, la

motoazada con menor tiempo total y mejor mullido del suelo y más rendimiento, se puede decir que es la mejor opción de producción de zanahoria a mayor escala, si existen los recursos financieros suficientes. A menor disponibilidad de recursos financieros, una opción de cultivo es la Azadilla con la segunda productividad en uso del tiempo, adecuada relación Beneficio-Costo y similar tasa de retorno a los dos restantes tratamientos. En cuanto a la utilización de equipos para el labrado del suelo viendo su gran rentabilidad que aporta la motoazada será factible su uso cuando no se tenga mano de obra será una buena opción ya que presenta una correcta optimización del tiempo.

Referencias

- Alonso Báez, M., & Aguirre Medina, J. F. (2011). Efecto de la labranza de conservación sobre las propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana*, 29(2), 113-121.
- Barrionuevo Logroño, M. C. (2011). *Estudio Bioagronómico de 12 Cultivares de Zanahoria (Daucus carota L.) tipo Nantes, a realizarse en la ESPOCH, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Bastidas Cadpata, R. C. (2015). *Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de zanahoria (Daucus carota L.) de IV gama* (Bachelor's thesis, Quito, 2015.).
- Becker, A. R. (2006). Evaluación del proceso de degradación de suelos por erosión hídrica en una subcuenca representativa de la región pedemontana del suroeste de la Provincia de Cordoba, Argentina.
- Carvajal, S., Mauricci, M., Pérez, M. B., Bannoud, F., Perez, F., & Cavagnaro, F. P. (2020). Diversidad genética para contenido de antocianos, carotenoides, fenoles y capacidad antioxidante en zanahorias de diferentes colores.
- Cofre, F., Saltos, R. (2018): "Evaluación del rendimiento y calidad de la zanahoria (*Daucus Carota* L.) en dos sistemas de producción orgánico y convencional". *Ambiente y sustentabilidad*, 193-205.
- COPROFAM (2019). Políticas públicas para la agricultura familiar, campesina e indígena en el Mercosur ampliado. Propuestas de la COPROFAM para una Agenda de Desarrollo Rural hacia el 2030. Confederación de Organizaciones de Productores Familiares del Mercosur Ampliado, Proyecto Diálogo Político para las Transformaciones Rurales (PDRT) FIDA – COPROFAM. Montevideo, Uruguay. Acceso: http://coprofam.org/wp-content/uploads/2019/09/PPAFCI-Propuestas-COPROFAM-esp_web.pdf
- Cortés, E. (2014). La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo.
- Cruz-Tobar, E., Vega-Chariguamán, J., Gutiérrez-Albán, A., González-Rivera, M., Saltos-Espín, R., & González-Rivera, V. (2018). Aplicación de abonos orgánicos en la

producción de zanahoria (*Daucus carota* L.). *Revista de investigación Talentos*, 5(2), 26-35.

De Campo, O. (2009). La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo agrícola. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), 151-160.

Dercon , G., Bossuyt, B., Cisneros , D., Deckers, J., & De Bièvre, B. (1998.). Zonificación agroecológica del Austro Ecuatoriano. Uediciones, Universidad de Cuenca, Ecuador 148p

Díaz Gonzales, C. A. (2021). Manejo del cultivo de Zanahoria (*Daucus carota*) cv. Japonesa en el valle de Cañete.

ESPEAC (2021). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2021.

FAO (2019). Yearbook Agriculture, 125pp.

FAO. (2011). "Food for all", *Word food summit - Agricultural Machinery Worldwide*, 2011. [En línea]. Disponible en: Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x0262e/x0262e08.htm> . [Consultado: 14-abr-2014].
[[Links](#)]

Fernando, F., & Rangel, B. (2021). Análisis financiero de producción de hortalizas en sistemas de agricultura con alta tecnología en comparación con sistemas de producción convencionales en campo abierto en el Centro de Bio-Sistemas de la UJTL.

Florensa, P; Martinez, J. (1991). Horticultura y materia orgánica. Consultado el 26 de agosto del 2023. Disponible en: <http://www.Mapa.es/ministerio/pags/bibliotec>.

Freire, C.E., (2018). Importancia de la agricultura en una economía dolarizada. *Revista Espacios*. 39(16):1-11. <https://cutt.ly/WQMFEUO>

Gavino, R.B., V.E.B. Camaso and C. Tiw-an. (2020). Assessment of Mechanization Level of Onion Production in Nueva Ecija. *CLSU-IJST*. 4(1):82-99.

Gómez-Calderón, N., Villagra-Mendoza, K., & Solorzano-Quintana, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 167-177.

- González, A. R. (2015). Los sistemas de labranza y su influencia en las propiedades físicas del suelo. *Ingeniería Agrícola*, 5(2), 55-60.
- González, H., Toro, A., Anaya, M. L., Restrepo, C., Pérez, W., & Henríquez, L. (2007). Desgaste de herramientas de arados rotativos y efecto en suelos tropicales franco arcillosos. *PROSPECTIVA*, 5(2), 31-36.
- Gualán Nancy, D. L., H. C., M. L., J. T. & D. V. (2022). PLANIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DE LA HERRAMIENTA (MONO-ARADORA) AGRÍCOLA. Univeridad de Cuenca. Cuenca: Carrera de Ingeniería Agronómica.
- Hernández, I. (septiembre de 2013). Labranza mínima y efecto alelopático en la producción ed cultivos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3), 46-48.
- IICA (2018): Curso Políticas públicas diferenciadas para agricultura familiar: Una aproximación metodológica para su formulación).
- Leteinturier, C. (1978). Evolution de la concentration dans l'industrie de la presse en France= Evolution of the concentration in the newspaper industry in France. *Studies: Evolution of concentration and competition series 7*.
- López, A. (2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de la zanahoria (Daucus carota L), híbrido Cupar, en el Chaupi, provincia de Pichincha*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Mosquera, J. (2012). Efecto de cinco sistemas de labranza, en la erosión de un suelo.
- Ortiz Cañavate Jaime (2003). Las máquinas agrícolas y su aplicación. Sexta Edición, Editorial Aedos S.A. España. p 41.
- Ospina, Pablo, Patric Hollenstein y Sara Latorre. (2020). Territorio, ruralidades, ambiente y alimentación en el Ecuador: un balance de la investigación (2009-2019). Quito: Univer- sidad Andina Simón Bolívar.
- Peralvo, L. (2010). Mecanización en la Agricultura. Tomado de: Agrytec.com
- Pourrut, P., Acosta, J., Winckell, A., & Rodriguez, J. (1983). Los climas del Ecuador Fundamentos explicativos. En P. Pourrut, Los climas del Ecuador (pág. 39). Quito: Centro ecuatoriano de investigación geográfica.

- Ríos Q, Á. J. (2016). *Análisis y diseño de un apero cosechador de papas para el motocultor YTO DF-15L-MAGAP* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- Sánchez-Hernández, M.A., A.V. Ayala-Garay, R. Cervantes-Osornio, M. Garay-Hernández, D. la O-Olán, G. Martínez-Trejo y N. Velázquez-López. (2014). Diagnóstico de la maquinaria agrícola en Amecameca y Texcoco, Estado de México. *Agric. Soc. Desarro.* 11(4):499-516.
- Stackhouse, P. (s/f). *El poder de la Nasa*. Nasa.gov. Recuperado el 19 de enero de 2024, de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.
- Sudduth, K.A., Kitchen, N.R.; Wiebold, W.J. (2005) Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central USA. *Computers and Electronics in Agriculture*, 43: 263-283.
- Takehima, H., P.L. Hatzenbuehler and H.O. Edeh. (2020). Effects of agricultural mechanization on economies of scope in crop production in Nigeria. *Agric. Syst.* 177:102691. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102691>
- Torres, D., Álvarez, J., Contreras, J., Henríquez, M., Hernández, W., Lorbes, J., & Mogollón, J. P. (2017). Identificación de potencialidades y limitaciones de suelos agrícolas del estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, 29(3), 207-218.
- UNE-EN 709. (2013). *Maquinaria agrícola y forestal. Motocultores con azadas rotativas, motoazadas y motoazadas con rueda(s) motriz(ces)*. Seguridad. España.
- Valero, T., Rodríguez, P., Ruiz, E., Ávila, J., & Varela, G. (2018). *La alimentación española*. In Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (ROAL, S.L).
- Van Loon, J., L. Woltering, T.J. Krupnik, F. Baudron, M. Boa and B. Govaerts. (2020). Scaling agricultural mechanization services in smallholder farming systems: Case studies from subSaharan Africa, South Asia, and Latin America. *Agric. Syst.* 180, 102792. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102792>
- VanOost,K., G. Govers, y P. Desmet. (2000). "Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage", *Landsc. Ecol.*, vol. 15, pp. 577-589, 2000. [[Links](#)]

Vega, T., Méndez, C., & Werner, R. (2011). ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE CINCO HÍBRIDOS DE ZANAHORIA. Recuperado el 22 de marzo de 2018, de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v36n02_029.pdf

Anexos

Anexo A. Selección, limpieza y delimitación del área de trabajo.



Anexo B. Labrado mecánico manual y motoazada



Anexo C. Germinación y emergencia de la zanahoria



Anexo D. Desarrollo y raleo de zanahorias



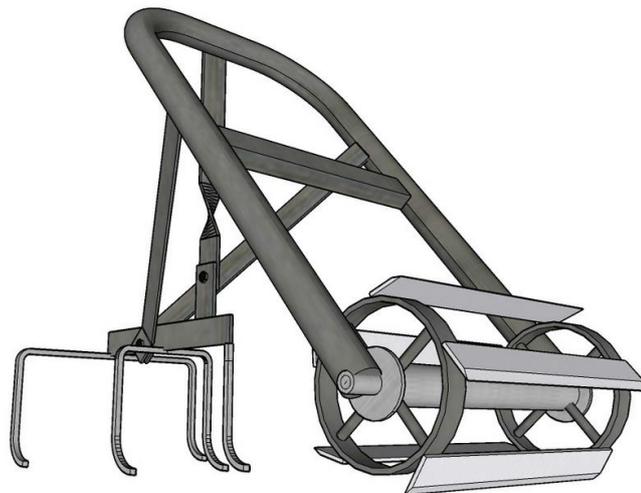
Anexo E. Cosecha del cultivo de zanahoria



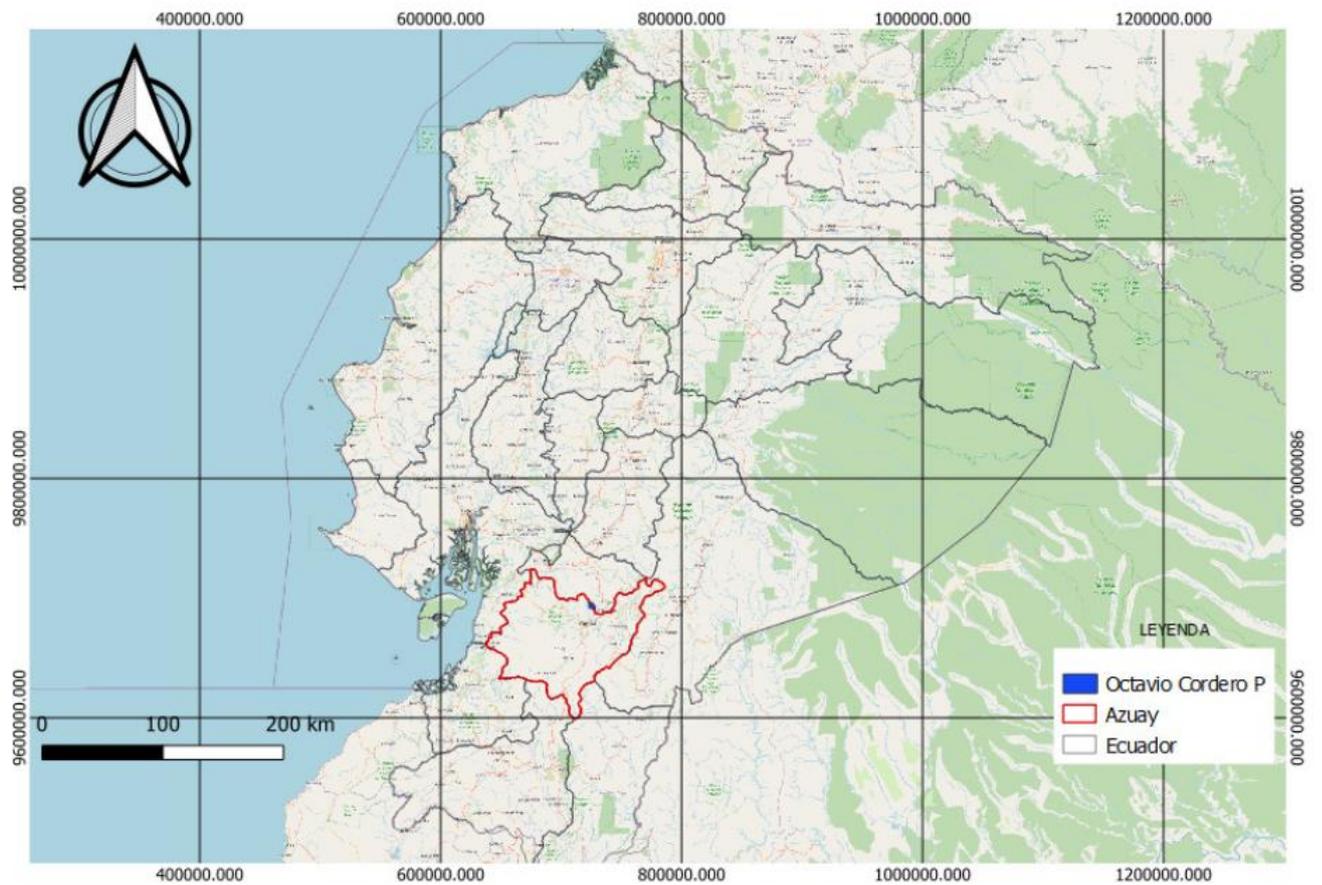
Anexo F. Comercialización de las raíces



Anexo G. Rodillo arador 3D



Anexo H. Mapa ubicación nacional del area de estudio



Anexo I. Modelo de toma de datos en campo del suelo.

UCUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE HIDROFÍSICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD REAL

RESPONSABLE: _____
FECHA: _____

Código muestra	Código picno- o matraz	Peso picno. (o matraz) vacío (g)	Picnómetro (o matraz) + suelo (g)	Picnómetro (o matraz) + suelo + agua (g)	Picnómetro (o matraz) + agua (g)
TR-1	1	10.0	27.3	49.5	45.2
TR-2	11	18.3	27.9	49.5	44.9
	2	18.3	25.6	49.8	45.9
	3	18.6	25.2	47.5	44.0
TR-3	4	19.6	27.8	49.9	44.2
	4	18.9	25.2	49.9	45.1
TR-4	5	19.1	25.2	50.0	45.0
	3	18.8	26.5	49.3	44.0
TR-5	5	18.9	28.7	50.1	44.8
	6	20.0	28.1	49.6	45.4
TR-6	7	18.7	28.7	49.6	43.5
	8	18.5	27.7	48.9	43.5
TR-7	9	19.2	28.1	49.1	44.4
	10	18.4	28.2	50.7	45.5
MA-1	11	19.3	27.6	49.2	44.9
	6	19.8	25.9	48.4	45.2
MA-2	7	18.7	26.9	47.8	43.6
	8	19.4	26.0	48.2	44.5
MA-3	5	18.9	23.8	47.1	44.7
	10	18.4	25.6	49.5	45.5
MA-4	12	19.7	25.9	48.8	45.4
	1	20.1	28.8	50.2	45.1
MA-5	6	19.8	29.3	51.1	45.2
	8	19.5	27.3	49.0	44.5
MA-6	10	18.5	28.1	50.1	45.4
	5	18.7	28.6	49.9	44.5
MA-7	2	18.3	26.9	49.8	45.3
	2	18.8	26.1	50.1	43.9
NOT-1	9	19.7	28.1	49.3	44.3
	7	18.6	28.6	49.7	43.0
NOT-2	11	19.7	27.5	49.0	44.7
	12	19.8	26.1	49.1	45.2
NOT-3	2	18.2	25.9	50.3	45.0
	3	18.8	25.4	48.2	43.8
NOT-4	5	14.0	28.1	49.3	44.6
	8	19.4	27.9	48.7	43.9

Anexo J. Muestras de suelo que se disecaron para su estudio



Anexo K. Cálculo de costos de implementación del cultivo de zanahoria

COSTOS DE IMPLEMENTACION DEL CULTIVO DE ZANAHORIA					
1. Construcción de cercas de protección para el huerto					
Material/Insumo	Unidad	Cantidad	C. Unit	C. Total	Total
Postes de madera (10cm de	poste	24	2.25	54.00	54.00
Malla plástica (4m de alto * 1	m	100	0.80	80.00	80.00
clavos para ajuste de malla	lb	3	1.75	5.25	5.25
Estacas de madera (0.75 m	estaca	20	0.25	5.00	5.00
Pirola (rollo de 100m)	m	20	0.15	3.00	3.00
alambre	m	20	0.90	18.00	18.00
				Total 1	165.25
2. Implementación de sistemas de riego parcelario					
Material/Insumo	Unidad	Cantidad	C. Unit	C. Total	Total
Aspersores de gota fina par	u	1	8.00	8.00	8.00
Manguera de 3/4 de pulgad	rollo	1	25.00	25.00	25.00
Accesorios para sistema de	global	5	2.50	12.50	12.50
Bomba de fumigar (20 l)	u	1	22.50	22.50	22.50
				Total 2	68.00
3. Siembra y cultivo (material vegetal e insumos para siembra y cultivo)					
Material/Insumo	Unidad	Cantidad	C. Unit	C. Total	UCuenca
Semilla de ZANAHORIA ROYAL CHANTENAY	onza	20	150	30.00	30.00
dispensador de semillas	u	2	1.00	2.00	2.00
pala jardinera	u	1	1.00	1.00	1.00
				Total 3	33
4. Preparación de terreno (insumos para preparación de terreno)					
Material/Insumo	Unidad	Cantidad	C. Unit	C. Total	UCuenca
Motoazada	u	1	100	100	100
rodillo arador	u	1	20.00	20	20
azadilla	u	1	24.00	24	24
pico	u	1	12.00	12	12
pala	u	2	9.00	18	18
Gallinaza	saco	30	1.80	54	54
				Total 4	228.00
5. implementación de la parcela					
Material/Insumo	Unidad	Cantidad	C. Unit	C. Total	UCuenca
pirolas	rollo	1	3.8	3.8	3.8
estacas	u	50	0.25	12.5	12.5
etiquetas	u	21	0.50	10.5	10.5
cal	kl	2	1.00	2	2
pala	u	2	9.00	18	18
				Total 4	46.90
6. Cosecha					
Material/Insumo	Unidad	Cantidad	C. Unit	C. Total	UCuenca
pico	u	1	12	12	12
azadilla pendular	u	1	8.00	8	8
balanza	u	1	4.50	4.5	4.5
fundas	paquete	2	1.75	3.5	3.5
gavetas contenedoras	u	2	8.50	17	17
journal	u	2	20.00	40	40
				Total 5	45.00

Anexo L. Costos variables

Costos variables				
Tipo	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Agua	mes	4	15	60
cuaderno	unidad	1	1.8	1.8
calculadora	unidad	1	3	3
calibrador	unidad	1	6.5	6.5
cinta metrica	unidad	1	2	2
metro	unidad	1	4	4
trasporte	dia	4	12	48
esfero	unidad	3	0.5	1.5
TOTAL				126.8

Anexo M. Costos fijos

Costos fijos MOTOAZADA				
Tipo	Unidad	Cantidad	Costo	Total
motoazada/	hora	5	20	100
TOTAL				100
Costos fijos RODILLO				
Tipo	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Rodillo	dia	1	20	20
TOTAL				20
Costos fijos AZADILLA				
Tipo	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Asadilla	unidad	3	8	24
TOTAL				24

Anexo N. Costo total de los tratamientos

COSTOS REALES	T1	T2	T3
1. Construcción de cercas de protección para el huerto	0	0	0
2. Implementación de sistemas de riego parcelario	22.67	22.67	22.67
3. Siembra y cultivo (material vegetal e insumos para siembra y cultivo)	10	10	10
4. Preparación de terreno (insumos para preparación de terreno)	118	38	42
5. Implementación de la parcela	0	0	0
6. Cosecha	0	0	0
Costos variables	20	20	20
TOTAL COSTO	170.67	90.67	94.67
COSTO/KG	2.60	1.72	1.70