

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA



“Evaluación del comportamiento productivo de Rábano (*Raphanus sativus* L.) con aplicación de riego por goteo en el Cantón Mocha”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

JIMENEZ CARRILLO ERIK ALEXANDER

TUTOR:

ING. Mg. GUTIÉRREZ ALBÁN ALBERTO C.

CEVALLOS – ECUADOR

2023

“Evaluación del comportamiento productivo de Rábano (*Raphanus sativus* L.) con aplicación de riego por goteo en el Cantón Mocha”

REVISADO Y APROBADO POR:

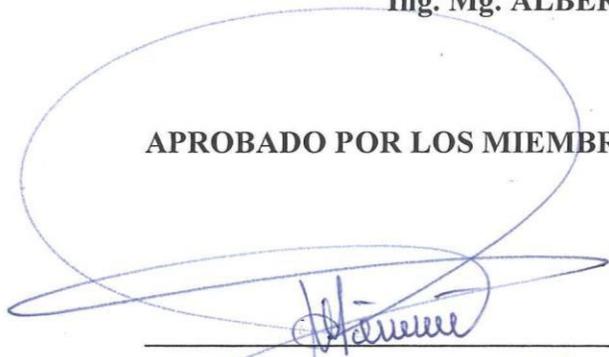


Ing. Mg. ALBERTO C. GUTIÉRREZ ALBÁN

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

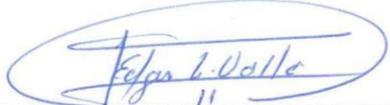
Fecha



Ing. Patricio Núñez, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

31/08/2023



Ing. Luciano Valle, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

31/08/2023



Ing. Luis Villacis, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

31/08/2023

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Erik Alexander Jimenez Carrillo**, portador de la cédula de identidad número: **180514898-6**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado “**Evaluación del comportamiento productivo de Rábano (*Raphanus sativus* L.) con aplicación de riego por goteo en el Cantón Mocha**” es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



ERIK ALEXANDER JIMENEZ CARRILLO

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación del comportamiento productivo de Rábano (*Raphanus sativus* L.) con aplicación de riego por goteo en el Cantón Mocha**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él



ERIK ALEXANDER JIMENEZ CARRILLO

DEDICATORIA

Agradezco a dios gracias a su voluntad he llegado tan lejos sus planes son perfectos de tal manera que me a permitido seguir en pie dando lucha en este mundo muchísimas gracias dios por lo que me das y muchas más gracias por lo que me quitas.

Mi madre unos de los pilares fundamentales que siempre ha guiado mi camino y gracias a ti madre bella he tomado decisiones buenas para mí que me ayudaron en la vida y en este arduo camino que no ha sido fácil, sin ti madre jamás llegaría donde estoy y hacia donde quiero llegar. Todo lo que logre será gracias ti mamá porque esto aún no termina.

Mi padre fue mi apoyo incondicional no tuve el privilegio de estar a tu lado en todos estos años no cabe duda que sin tu apoyo jamás hubiese logrado cumplir un sueño tan anhelado un sueño que al inicio lo veía imposible pero que un día se llegó a cumplir, gracias a ti lo eh cumplido papá.

Mis hermanos pilares fundamentales que forman parte de mi vida de mi vida sin su ayuda, consejos, ideas, ánimos y sus conocimientos que me brindaron durante todo este largo viaje puedo decir con certeza que gracias a ustedes he llegado a valorar todo lo que tengo, gracias a ustedes puedo vivir en paz, gracias a ustedes hoy puedo seguir respirando.

Mi novia la segunda mujer más maravillosa y bella, tuve la fortuna de tener a una de las personas que hizo de mi alguien mejor, me brindo su cariño, su amor sincero, el apoyo que más necesitaba en tiempos difíciles, espero y aspiro poder seguir contando con usted en las buenas y en las malas. Su familia que siempre me abrió las puertas de su hogar dejándome formar parte de esa hermosa familia gracias por dejarme formar parte de ustedes.

Mis amigos gracias por su amistad con ustedes este viaje ha sido todo un placer lo disfrute mucho y disfrute de su compañía, aunque a veces gayes jajaja, pero bueno, sin duda alguna me he rodeado de los mejores, puedo decir con orgullo donde quiera que me encuentre sin temor alguno que tuve la oportunidad de convivir con las mejores personas de este mundo.

DE TODO CORAZÓN SE LES AGRADECE.

Erik Alexander Jimenez Carrillo

AGRADECIMIENTO

Mi facultad mi segundo hogar, me abrió las puertas para dejarme cumplir mi sueño, un sueño que disfrute cumplirlo, disfrute de pertenecer a su comunidad, espero algún día poder devolver algo de lo que ustedes me brindaron durante toda esta trayectoria.

Mi tutor Ing. Gutiérrez gracias por echarme una mano y guiarme con sus sabios conocimientos cuando más lo necesite es una persona muy buena y con un gran corazón quedo atérmanamente agradecido con usted Ing.

Mis docentes los cuales me brindaron sus conocimientos, conocimiento que me sirvió, sirve y me servirá durante toda mi vida, este camino llego a su fin, pero me llevo el conocimiento de los mejores, no dudare en mencionarlos con orgullo donde quiera que me encuentre.

Mis profesores que se encargaron en revisar mi tesis fueron de mucha ayuda y me permitieron que esta meta se cumpla.

Walter un amigo que me llevo, amigo que jamás me dijo que no siempre estuvo dispuesto ayudar sin recibir nada a cambio, muchísimas gracias por permitirme tener su amistad.

Ing. Rita sin sus sabias palabras, palabras que me llevo grabado en el alma, palabras que un día me motivaron a seguir dentro de este camino que no fue fácil.

Espero algún día poderles brindar mi ayuda sincera, muchas gracias.

Erik Alexander Jimenez Carrillo

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3. Categorías fundamentales o marco conceptual	5
1.3.1. Riego localizado	5
1.3.2. Densidad de siembra.....	6
1.3.3. Cultivo de rábano.....	6
1.3.4. Clasificación taxonómica.....	6
1.3.5. Descripción botánica.....	7
1.3.6. Cultivo de rábano en el Ecuador.....	8
1.4 Objetivos	9
1.4.1 Objetivo general.....	9
1.4.2 Objetivos específicos	9
CAPÍTULO II	10
METODOLOGÍA	10
2.1 Ubicación del experimento.....	10

2.2 Características del lugar	10
2.2.1 Clima.....	10
2.2.2 Suelo	10
2.2.3 Textura del suelo.....	11
2.2.4 Agua.....	11
2.3 Equipos y materiales	12
2.4 Factores de estudio	12
2.5 Tratamientos	12
2.6 Diseño experimental.....	13
2.7 Esquema del ensayo	13
2.7.1 Características del ensayo.....	13
2.7.2 Diseño del ensayo	13
2.8 Procesamiento de la información	14
2.9 Hipótesis.....	14
2.10. Manejo de la Investigación.....	14
2.10.1. Preparación del terreno	14
2.10.2 Instalación del riego.....	14
2.10.3 Siembra	14
2.10.4 Control de plagas y enfermedades	15
2.10.5 Fertilización	15
2.10.6 Deshierba	15
2.10.7 Cosecha.....	15
2.11 Variable respuesta	15
2.11.1 Altura de la planta.....	15
2.11.2 Diámetro de la raíz.....	16

2.11.3 Peso de la raíz	16
2.11.4 Rendimiento.....	16
CAPÍTULO III.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1. Análisis y discusión de resultados.....	17
3.1.1. Altura de la planta.....	17
3.1.2. Diámetro de la raíz.....	18
3.1.3. Peso de la raíz.	19
3.1.4. Rendimiento de rábano.	20
3.1.5. Volumen de gua aportada.	21
CAPÍTULO IV	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
4.1. Conclusiones	23
4.2. Recomendaciones.....	24
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	25
ANEXOS	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del rábano.....	7
Tabla 2. Provincias principales del Ecuador que cosechan rábano.....	9
Tabla 3. Textura del suelo en el Cantón Mocha.....	11
Tabla 4. Descripción del ensayo en campo.	12
Tabla 5. División de los tratamientos en el ensayo.	13
Tabla 6. Análisis de varianza de la variable Altura de planta.	17
Tabla 7. Análisis de varianza de la variable diámetro de la raíz.	18
Tabla 8. Análisis de varianza de la variable peso de la raíz.	19
Tabla 9. Rendimiento de la producción de rábano.....	20
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% del rendimiento (kg/ha) para los tratamientos.	21
Tabla 11. Agua aportada en las diferentes densidades por hora.	21
Tabla 12. Cantidad de agua aportada por 5 minutos en 18 riegos.	22

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta (cm).....	29
Anexo 2. Diámetro de la raíz (cm).....	29
Anexo 3. Peso de la raíz (g).....	29
Anexo 4. Preparación del terreno.....	30
Anexo 5. Incorporación de abono orgánico en el terreno.....	30
Anexo 6. Preparación de las camas.....	30
Anexo 7. Instalación de riego por goteo.....	31
Anexo 8. Colocación de emisores autocompensantes.....	31
Anexo 9. Instalación de bomba.....	31
Anexo 10. Primer riego antes de la siembra.....	32
Anexo 11. Siembra de rábano.....	32
Anexo 12. Riego en el rábano.....	32
Anexo 13. Raleo del rábano.....	33
Anexo 14. Colocación de rótulos.....	33
Anexo 15. Toma de datos de los goteros.....	33
Anexo 16. Toma de altura de la planta al momento de la cosecha.....	34
Anexo 17. Toma del diámetro de la raíz.....	34
Anexo 18. Toma del peso de la raíz.....	34
Anexo 19. Tratamientos juntos.....	35

RESUMEN

La presente Investigación fue realizada con el fin de evaluar el comportamiento productivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) con aplicación de riego por goteo, esta investigación fue establecido en el cantón Mocha caserío Yanahurco, coordenadas geográficas 1°28'03'' latitud Sur y 78°38'48'' longitud Oeste 3156 msnm. Dentro de la investigación del cultivo de rábano se estableció tres tratamientos, con densidades de siembra de (0.05 x 0.20), (0.10 x 0.20) y (0.15 x 0.20) m entre planta e hilera respectivamente. Se utilizó un diseño completamente al azar en cada tratamiento. Las variables que se estudió fueron altura de planta, diámetro de la raíz (rábano), peso de la raíz (rábano) y rendimiento. Para analizar los datos obtenidos de las variables se utilizó la prueba de Tukey al 5%.

Durante el análisis estadístico se determinó que en lo que respecta a la altura de planta obtuvimos valores que van desde 12.47 a 19.55 cm, en el diámetro de la raíz los valores van a partir de 3.48 a 3.94 cm, para el peso los valores fueron superiores a 27.87g por raíz hasta 38.73g y en lo que corresponde al rendimiento logramos observar valores que oscilaron entre 6000 a 23000 kg/ha.

Dentro del mejor distanciamiento de siembre podemos considerar que T1 con (0.05 x 0.20 m) entre planta e hilera fue el que mejores resultados presento, siendo esta distancia la adecuada para el cultivo de rábano.

Con respecto a la producción sobresalió como mejor tratamiento T1 con una media de 3313.33 g/m² mientras que el T3 se queda por debajo con 863.33 g/m² siendo el tratamiento con menor producción por metro cuadrado.

El tratamiento que tuvo mejores resultados en todas las variables estudiadas fue T1 logrando establecerse como el mejor tratamiento, no obstante, T1 fue al que mayor agua se aportó 120 L/ m².

Palabras clave: Densidad, riego por goteo, emisores autocompensados, rábano.

ABSTRACT

This research was conducted to evaluate the productive behavior of radish (*Raphanus sativus* L.) with the application of drip irrigation, this research was established in the canton Mocha Yanahurco hamlet, within the research of radish crop was established three treatments, with planting densities of (0.05 x 0.20), (0.10 x 0.20) and (0.15 x 0.20) m between plant and row respectively. A completely randomized design was used for each treatment. The variables studied were plant height, root diameter (radish), root weight (radish) and yield. The 5% Tukey test was used to analyze the data obtained for the variables.

During the statistical analysis we were able to observe that for plant height we obtained values ranging from 12.47 to 19.55 cm, for root diameter the values ranged from 3.48 to 3.94 cm, for weight the values were higher than 27.87g to 38.73g and for yield we were able to observe values ranging from 6000 to 23000 kg/ha.

Within the best planting spacing we can consider that T1 with 0.05 x 0.20 m between plant and row was the one with the best results, being this distance the adequate one for radish cultivation.

In terms of production, T1 stood out as the best treatment with an average of 3313.33 g/m², while T3 was below with 863.33 g/m², being the treatment with the lowest production per square meter.

The treatment that had the best results in all the variables studied was T1, establishing itself as the best treatment; however, T1 was the one that received the most water at 120 L/m².

Key words: Density, drip irrigation, self-compensating emitters, radish.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

Peña et al., (2018) menciona que el rábano (*Raphanus sativus L.*) integra a la familia de las crucíferas con origen asiático. Este cultivo debido a su valor nutritivo puede incluirse en el grupo de hortalizas que son consideradas importantes a nivel mundial para la nutrición humana, esta hortaliza aporta vitaminas como Fosforo (P), Calcio (Ca), Potasio (K), Azufre (S). Durante el proceso de crecimiento del rábano es crucial poseer un terreno bien fértil, además se necesita brindar a este cultivo cantidades altas de nutrientes, gracias a que este cultivo es de ciclo corto y puede llegar a ser muy difícil corregir algún aspecto relacionado con el ciclo de cultivo.

Según Calero et al., (2019) un factor que se debe considerar en el cultivo de rábano es el crecimiento muy acelerado en comparación con otras hortalizas, los días desde la siembra hasta la cosecha puede variar dependiendo de la variedad, aunque por lo general este cultivo desde la siembra hasta la cosecha es de 20 a 70 días. Puede adaptarse bien en cualquier suelo además que este cultivo prefiere los climas templados es por ello que la mayor producción de rábano se da en la región sierra no obstante cuando se elevan las temperaturas se recomienda proteger al cultivo, esto se lograría con un riego continuo hasta que pasen los sequias o veranos largos.

Orson y Vaughn (2021) mencionan que durante el transcurso de la historia de la humanidad todas las civilizaciones se tuvieron que adaptar a las evoluciones del regadío. Colonias enteras se extinguieron o surgieron sobre superficies terrestres que tuvieron que ser regadas. En la actualidad el riego tiene mucha importancia y está considerado en varios países como un arte antiguo, además los humanos lo consideran como una ciencia, la de subsistir. La definición de riego se la considera como el empleo artificial de agua en

superficies terrestres para proveer a las plantas la humedad indispensable para el desarrollo de la misma.

Por otro lado Quilachamín (2022) el acceso a un riego adecuado para los cultivos es un factor de vital importancia ya que se necesita la seguridad de poseer la suficiente cantidad de agua que requieren los cultivos, además de brindar la confianza suficiente a los agricultores en lo que corresponde a la productividad de los cultivos sin tener que preocuparse por factores externos que no se puedan controlar como las sequías, veranos largos, ciclos estacionales muy cortos, etc.

Según Avilés y Dávila (2019) dentro de un cultivo, el agua es el principal factor para que este logre crecer de manera correcta sin tener problemas durante el proceso, para lograr un correcto riego en las plantas se necesita establecer un sistema de riego de tal forma que todas las plantas gocen del mismo flujo de agua evitando el exceso y escases de la misma en diferentes zonas dentro de las camas. Para establecer un método de riego apropiado se necesita saber con cuanto de agua podemos contar o cuantos días a la semana podemos regar nuestros cultivos.

Un manejo preciso de un sistema de riego nos permite lograr una rentabilidad dentro de las actividades agrícolas, existen varios factores que ayudan a que esto se haga realidad los cultivos, recursos hídricos y componentes tecnológicos nos ayudan en la obtención del máximo beneficio de tales actividades. Dentro de los principales componentes de la producción agrícola el riego es el componente esencial para que una planta logre crecer y desarrollarse (Hernández et al., 2018).

El riego por goteo nos ayuda a disminuir el desperdicio de agua debido a que este sistema de riego se caracteriza por tener un riego localizado con una eficiencia del 90 a 95%, siendo este el mejor método en comparación al resto de sistemas que hoy en día se tiene conocimiento y lo podemos encontrar en varios sectores del Ecuador y del mundo entero. En el mercado actual referente a productos relacionados con los sistemas de riego logramos encontrar varios equipos, materiales y herramientas, que nos ayudan a tener un sistema de riego eficiente (Franco 2018).

Uno de estos productos que podemos encontrar en cualquier casa comercial con relación a los sistemas de riego son los goteros auto compensados que tienen un bajo caudal, estos emisores si trabajan a la par con bajas presiones resulta muy beneficioso en la economía de los agricultores a la hora de plantearse en implementar un proyecto de riego. Los beneficios que brindan estos emisores con respecto a la parte técnica son las siguientes: reduce la potencia en las unidades de bombeo, reduce el gasto de energía e incrementa la uniformidad en lo que compete a la distribución de agua por área regada (León et al., 2019).

La mayor parte de los agricultores sufren de escases de agua para sus cultivos en diferentes zonas de nuestra región, este factor es muy importante durante el periodo de crecimiento de los cultivos, desde el inicio hasta su cosecha. Debido a esto los agricultores acumulan pérdidas económicas significantes, para sustentar estas pérdidas los agricultores se ven obligados a tomar medidas con respecto a esta problemática. La implementación de sistemas de riego es una de las soluciones que hoy en día los agricultores toman muy en cuenta, ya que los beneficios que proporcionan estos sistemas son varios: riego permanente, mejor producción, rentabilidad a largo plazo y menor consumo de agua. Gracias a la eficiencia de estos sistemas se logra que los agricultores tengan menores pérdidas económicas satisfaciendo la problemática asociada al riego de los cultivos y logrando mejores producciones.

1.2 Antecedentes investigativos

Dentro de los cultivos agrícolas el riego es uno de los pilares fundamentales que se debe tener muy en cuenta, es por ello que en al momento de brindar un eficiente riego a los cultivos tienden a obtener una mejor calidad, incrementa el rendimiento además que lograremos suministrar los productos agrícolas una manera más eficiente (Cázares, et al., 2019).

Existen varias ventajas que nos proporcionan los sistemas de riego localizado, la implementación dentro de los cultivos se debe a la optimización del consumo de agua por parte de los mismos. Estos sistemas fueron implementados con el fin de desarrollar la agricultura en lugares con escases de agua. La uniformidad de riego al momento de utilizar

sistemas de riego por goteo debe ser mayor al 90%, aunque este valor se ve afectado por variables que se encuentran fuera de nuestro alcance ya sea por la mala fabricación de los emisores o a su vez en los diseños hidráulicos inadecuados (Loboa et al., 2011).

Torrez (2011) en su estudio realizado acerca de la evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L) variedad Crimson Giant utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes "Kc" y "Ky", bajo riego, estableció que la cantidad de agua proporcionada para que el rábano tenga un óptimo desarrollo en su crecimiento es de 200 a 245 mm de agua. Por lo tanto, logro suplir esa demanda de agua para el cultivo de rábano, brindándole un total de 242 mm de agua a través de un sistema de riego.

En una investigación realizada sobre la “aplicación de micorrizas y fertilización química - orgánica en el cultivo de rábano” menciona que la necesidad de cantidades abundantes de agua dispersas uniformemente por el terreno. La humedad del terreno debe estar entre 60% a 65% para que se encuentre con una buena capacidad de campo durante el tiempo que dure el ciclo del cultivo (Vaca, 2022).

Escalante et al., (2020) a través de su artículo titulado “Factores físicos y biológicos que afectan la producción del rábano (*Raphanus sativus* L.)” dentro de las prácticas culturales tales como escasez o encharcamientos de agua sobre la superficie del cultivo mencionaron que, existen factores como estos que provocan una menor producción además originan rábanos con texturas duras y fibrosas y aberturas. Para eliminar estos problemas se aconseja evitar la siembra en terrenos con pendiente.

Holguin, (2021) mediante su investigación titulada “Respuesta agronómica del cultivo de rábano” señaló que con un riego constante es un factor determinante para la formación y desarrollo del rábano además a través de esto se lograra establecer cuando el cultivo esta lista para su respectiva cosecha.

Aguilar et al., (2019) en su artículo publicado sobre “Estudio comparativo del cultivo de rábano” mencionaron que los mejores resultados en cuanto a los tratamientos dentro de los parámetros foliares (número de hojas, ancho, largo y con respecto al área foliar) fueron superiores en el cultivo con hidroponía, lo que indica que con un sistema de riego continuo las diferencias entre los factores de crecimiento de la planta serán significativas y por ende

vendrían a presentar una problemática en cuanto a la competencia que presentaran entre plantas (ahilamiento), debido a esto va a existir un aumento sobre la concentración de auxinas gracias a la falta de luminosidad lo que se transformara en una consecuencia.

1.3. Categorías fundamentales o marco conceptual

1.3.1. Riego localizado

Según Holzapfel et al., (2007) en la agricultura el agua es crucial debido a la exigente demanda de una excelente producción agrícola y otro factor es la conservación del medio ambiente. El riego localizado es el más óptimo para cualquier tipo de cultivo por sus características eficaces en la conservación del agua. Con una selección óptima en los emisores necesarios para el tipo de sistema de riego que se va a implementar en los cultivos, se logra prever cualquier inconveniente a la hora de la instalación del mismo.

1.3.1.1. Riego por goteo

El riego por goteo tiene varios emisores los cuales vienen a crear bulbos húmedos. Estos bulbos se llegan a formar por el volumen de una superficie de suelo humedecido directamente por un emisor de riego como los emisores autocompensados, mangueras de riego por goteo, goteros insertados, etc., suelen crearse hacia los lados y hacia abajo. Estos bulbos tienen una gran importancia debido a que dentro de este se logran formar las raíces de las plantas (Sabando, et al., 2022).

1.3.1.2. Emisores autocompensados

Carmenates et al., (2018) menciona que los emisores dentro de un método de riego son los elementos fundamentales, debido su función que es proveer un caudal controlado dentro del cultivo. Un emisor permite disipar la presión que ejerce un caudal logrando crear una disminución de carga por ende va a inducir fricción hidráulica, vorticidad o la mezcla de las dos.

1.3.2. Densidad de siembra

Con una densidad de siembra adecuada para cualquier tipo de cultivo, se logra incrementar la absorción del agua por parte del cultivo además de la asimilación de nutrientes entre otros beneficios. Con una mayor densidad de siembra se logra desfavorecer la fotosíntesis en los cultivos debido a la abundante sombra que llega a generar el exceso de plantas por metro cuadrado (Quevedo et al., 2018).

1.3.3. Cultivo de rábano

1.3.3.1. Historia

El rábano es considerado de origen chino dato que aún no ha sido concluido. Por otro lado, se tiene datos que tanto egipcios como babilonios consumían esta hortaliza hace más de 4000 años por lo que se podría decir que el consumo por parte de china y Corea fue en el año 400 a.C. (Carrera, 2015).

El cultivo de rábano se lo suele realizar a la intemperie, en cualquiera de las estaciones del año. Aunque en los meses de otoño se lo suele cultivar bajo cubierto esto gracias a los invernaderos. Los mejores meses para cultivar el rábano es durante los meses de mayo, junio y julio debido a que la demanda en los mercados es muy alta (Flores, 2014).

1.3.4. Clasificación taxonómica

Según Oblitas (2019) el cultivo de rábano forma parte de las crucíferas, perteneciendo a la familia Cruciferae, donde podemos encontrar como 3000 especies pertenecientes a las regiones frías, provenientes del hemisferio norte acogiendo 380 géneros.

Tabla 1. Taxonomía del rábano.

Orden	Brassicales
Especie	Sativus
Variedad	Reggae
Nombre simple	Rábano
Familia	Criciferáe
Género	Raphanus
Reino	Plantae
División	Taxonomía

Fuente: tomado de Flores (2014)

1.3.5. Descripción botánica

Moscoso (2017) el rábano pertenece a las crucíferas, la característica que sobresale de esta familia son sus flores que vienen agrupadas por racimos con un total de cuatro pétalos. Los frutos que produce esta planta son silicuas, que vienen siendo un tipo de vaina con forma alargada donde podemos encontrar frutos que poseen una forma redonda y un tamaño pequeño. El rábano es una especie de tubérculo comestible que posee varias variedades y diferentes colores como: rojo, amarillo, negro y blanco.

1.3.5.1. Raíz

Posee una raíz carnosa que es gruesa además tiene independientemente de la variedad diferentes formas, tamaños y colores.

1.3.5.2. Tallo

Se da antes de la floración, cuando la planta entra en etapa de floración se puede alargar llegando a medir entre 0.50 a 1m. posee un color glauco y un poco pubescente.

1.3.5.3. Hojas

Son basales de forma peciolada glabras con una cobertura de pelos, posee de 1 a 3 pares de segmentos en una disposición lateral en la hoja con bordes dentados. Tiene un segmento orbicular que son con un mayor tamaño que los laterales.

1.3.5.4. Flores

Estas se mantienen dispuesta sobre pedicelos delgados de forma ascendente manteniéndose en racimos grandes abiertos, con sépalos erguidos, los pétalos poseen un color blanquecino con tonalidades rosadas y amarillentas en las diferentes variedades, con sus nervios purpuras, seis estambres con un estilo delgado poseyendo un estigma lobulado.

1.3.5.5. Frutos

Con una silícula de tamaño entre tres y diez centímetros de longitud, con una textura esponjosa, indehiscente con pico largo. Semillas ovaladas de color rosado, cada fruto puede poseer entre una a diez semillas.

1.3.6. Cultivo de rábano en el Ecuador

El rábano fue introducido en el Ecuador cuando llegaron los españoles más o menos por siglo XX, por lo que desde entonces gracias a su valor nutricional se lo ha venido cultivando. Dentro de Ecuador existe cerca de 14455 hectáreas del cultivo de rábano, donde más se cosecha a este cultivo es en las provincias de Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo (Mosquera, 2018).

Tabla 2. Provincias principales del Ecuador que cosechan rábano.

PROVINCIAS	HECTÁREAS
Imbabura	2763
Tungurahua	2542
Cotopaxi	2341
Chimborazo	2197
Loja	1585
Carchi	1242
Bolívar	954
Pichincha	831
Total hectáreas	14455

Fuente: tomado de Mosquera (2018).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento productivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) con aplicación de riego por goteo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la mejor distancia de siembra en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.).
- Cuantificar la producción del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) por metro cuadrado.
- Determinar el volumen de agua aplicada al cultivo con las diferentes densidades.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El trabajo investigativo se llevó a cabo en el caserío Yanahurco, situado en el cantón Mocha perteneciente a la provincia Tungurahua, con sus respectivas coordenadas geográficas 1°28'03'' latitud Sur y 78°38'48'' longitud Oeste. Con altura de 3156 msnm (Sistema de posicionamiento global, GPS).

2.2 Características del lugar

El presente estudio investigativo se realizó a campo abierto debido a que el cultivo de rábano se establece de mejor manera en un ambiente no controlado.

2.2.1 Clima

Dentro del cantón Mocha podemos encontrar sectores que van desde 2500 hasta los 4965 msnm, por lo que este cantón tiene la peculiaridad de poseer diferentes características climáticas. Yanahurco se encuentra a 3156 msnm y posee un clima frío que va desde 10°C y durante el día existen variaciones climáticas como la humedad y temperatura debido a la ubicación del lugar (GAD Municipal de Mocha, 2023).

2.2.2 Suelo

El suelo de este cantón va a variar dependiendo en la zona, esta gracias a que Mocha posee paramos andinos los cuales tienen un pH ácido que oscila entre 4.5 – 5.5 por otro lado, el caserío Yanahurco mantiene el 25.74% del territorio total de dicho cantón contando con 2220.16 has. El pH que se encuentra en los suelos de este caserío es de 6.6 – 7.7 manteniéndose neutros y de esta forma vienen a ser aptos para los cultivos. (GAD Municipal de Mocha, 2014).

2.2.3 Textura del suelo

En el cantón Mocha podemos encontrar varios tipos de texturas de suelo, en la mayor parte del territorio mochano podemos hallar una textura de suelo moderadamente gruesa con 6998.92 has logrando cubrir el 81.12% del territorio total, seguido del suelo con textura gruesa con 590.74 has cubriendo el 6.85% del cantón, el 3.28% perteneciente a los suelos con textura media con 282.61 has totales del territorio. (GAD Municipal de Mocha, 2014).

Tabla 3. Textura del suelo en el Cantón Mocha.

Textura	Superficie has	Porcentaje %
Arenosa (fina, media, gruesa), arenoso franco.	590.74	6.85
Franco arenoso (fino a grueso), franco limoso.	6998.92	81.12
Franco, limoso, franco arcilloso (< 35% de arcilla), franco arcilloso arenoso, franco arcilloso limoso.	282.61	3.28
No aplicable	754.46	8.75
Total	8626.74	100

Fuente: Tomado de GAD Municipal de Mocha (2014)

2.2.4 Agua

El caserío Yanahurco se abastece de agua a través del Sistema Regional Yanahurco, este sistema posee un caudal de 31.27 lt/s los cuales son permanentes. En la actualidad este sistema abastece varios cantones Cevallos, Mocha, Tisaleo y Ambato. El área total aproximada que abastece el Sistema Regional Yanahurco es de 80 km² (GAD Municipal de Mocha, 2014).

2.3 Equipos y materiales

- Probeta
- Estilete
- Semilla
- Balanza digital
- Cinta métrica
- Calibrador vernier
- Tubería
- Goteros autocompensados

2.4 Factores de estudio

Distancias de siembra

- T1= 0.05 m * 0.20 m
- T2= 0.10 m * 0.20 m
- T3= 0.15 m * 0.20 m

2.5 Tratamientos

Se utilizó varios tratamientos con respecto al distanciamiento entre planta y planta.

Tabla 4. Descripción del ensayo en campo.

N°	Símbolo	Descripción
1	T1	0.05 m entre plantas y 0.20 m entre hileras
2	T2	0.10 m entre plantas y 0.20 m entre hileras
3	T3	0.15 m entre plantas y 0.20 m entre hileras

2.6 Diseño experimental

Para el diseño experimental se utilizó el de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones. Se aplicó la prueba de Tukey al 5% para las variables que resulten significativas.

2.7 Esquema del ensayo

2.7.1 Características del ensayo

Ancho	5 m
Largo	20 m
Área de plantación	100 m ²
Número total de plantas	1647

2.7.2 Diseño del ensayo

Tabla 5. División de los tratamientos en el ensayo.

DISEÑO DE LOS TRATAMIENTOS		
I	II	III
T3R1	T2R1	T1R1
T3R2	T2R2	T1R2
T3R3	T2R3	T1R3

2.8 Procesamiento de la información

Para procesar la información se empleó el programa estadístico INFOSTAT versión 2020.

2.9 Hipótesis

Ho: la distancia entre planta no favorece al peso y tamaño del rábano (*Raphanus sativus* L.).

Ha: la distancia entre planta favorece al peso y tamaño del rábano (*Raphanus sativus* L.).

2.10. Manejo de la Investigación

2.10.1. Preparación del terreno

Dentro del terreno de 5 m de ancho por 20 m de largo que se utilizó para la investigación, se realizó un deshierbe a mano con el fin de eliminar material vegetal no deseable, provocar una mejor infiltración de agua, descompactar el suelo. Además, lo más importante que se logró al realizar esta práctica es la nivelación del terreno.

2.10.2 Instalación del riego

Para esta investigación se realizó parcelas dedicadas para los diferentes tratamientos, además estas parcelas estuvieron divididas en partes iguales con una separación entre sí de 1m para las 3 repeticiones. Las parcelas contaron con manguera ciega de 16 mm para insertar los goteros a las distancias establecidas. Dentro de cada parcela debe ir 2 tuberías sobre las mismas.

2.10.3 Siembra

Una vez realizada las camas con sus respectivas mangueras y goteros instaladas correctamente, se procedió a la sembrar 3 semillas de rábano por golpe a las distancias establecidas en el diseño (0.05), (0.10) y (0.15) metros.

2.10.4 Control de plagas y enfermedades

Durante el proceso de la investigación se mantuvo una revisión constante del cultivo para verificar en qué estado se encuentran las plantas. Debido a que no se encontró enfermedades, plagas, se pudo definir que no era necesario la aplicación de productos químicos para el control de las mismas.

2.10.5 Fertilización

Para fertilizar el cultivo se agregó abono químico 8-20-20 que fue distribuido por la superficie de las parcelas, luego se procedió a cubrirlo con tierra evitando la volatilización del mismo, de esa forma se logró fertilizar todo el cultivo.

2.10.6 Deshierba

El cultivo se lo mantuvo libre de hierbas realizando esta labor cada 15 días con un azadón para que no perjudiquen al mismo quitándoles nutrientes y espacio para que este se desarrolle de la mejor manera.

2.10.7 Cosecha

En la cosecha se verifico que el cultivo se encuentre en su etapa final, esto se lograra sacando varios rábanos de la tierra con lo que se lo podrá observar de mejor manera y a medida que se realiza la observación, se aprobara que el rábano ya está listo para ser cosechado cuando posea un color rojo intenso además de poseer un grosor considerable de su raíz.

2.11 Variable respuesta

2.11.1 Altura de la planta

Se midió al finalizar el ciclo del cultivo, con una cinta métrica expresado en cm desde la superficie del suelo hasta la parte apical de la última hoja.

2.11.2 Diámetro de la raíz

Para determinar el diámetro de la raíz, se tomó diez rábanos al azar en cada repetición dentro de toda la parcela. Con un calibrador vernier se tomó las medidas de las raíces (rábanos) de la parte ecuatorial expresadas en mm para luego transformar las mismas en cm al momento de la cosecha.

2.11.3 Peso de la raíz

Con una balanza digital se tomó el peso de diez raíces (rábanos) libres de hojas al azar, en cada repetición de toda la parcela, luego se procedió a tomar el peso total de cada una de las repeticiones y por último se tomó el peso total de las tres repeticiones juntas. Este dato se lo tomo al momento de la cosecha expresado en g.

2.11.4 Rendimiento

Al momento que se obtuvo el peso de los rábanos en gramos (gr) se realizó una relación por área transformando a kilogramos por hectárea (kg/ha).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados.

3.1.1. Altura de la planta.

El análisis de varianza para la variable altura de planta (**Tabla 6.**) nos muestra que existe significancia al 1% para tratamientos con un coeficiente de variación de 7.54%.

Tabla 6. Análisis de varianza de la variable Altura de planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	1.58	2	0.79	0.58	0.6027
Tratamientos	79.54	2	39.77	28.99	0.0042 **
Error	5.49	4	1.37		
Total	86.60	8			

**=significativo al 1%

CV: 7.54%

En la Prueba de Tukey al 5 % (**Tabla 5.**) se determinó que existe una diferencia significativa en la variable altura de planta. T1 (0.05m x 0.20 m) entre planta e hilera muestra el mayor número de altura con una media de 19.55 cm, seguido a esto el T2 (0.10m x 0.20 m) entre planta e hilera con una media de 14.56 cm y por último tenemos T3 (0.15m x 0.20 m) entre planta e hilera quien obtuvo menores resultados con una media de 12.47cm de altura.

Tabla 5. Prueba de Tukey al 5 % de la variable Altura de planta.

Tratamientos	Medias (cm)	Rango
T1	19.55	A
T2	14.56	B
T3	12.47	B

La mayor altura de planta tuvo el tratamiento Goyo con 17.8 cm a los 32 días de siembra, mientras que para los tratamientos con Bokashi y compost se obtuvo alturas menores a 16.4 cm, estos tratamientos tenían distancias entre plantas de 0.05 m y 0.10 m (Rodríguez y García 2021). Según Velecela et al., (2019) existe varios factores importantes que van a marcar una diferencia significativa en el crecimiento de las plantas, estos factores pueden ser físicos químicos, contenido nutricional o insumos producidos por microorganismos. Con respecto a la altura de planta en la investigación realizada se obtuvo para el T1 con (0.05 x 0.20 m) entra planta e hilera una media de 19.55 cm siendo superior al T2 Y T3, estos tratamientos se mantuvieron por debajo de los 15 cm, por lo que se puede estar de acuerdo con los autores, ya que sus medias en la altura de planta están aproximadas con las nuestras, gracias a que la toma de datos se lo realizo durante la cosecha que fue pasado los 30 días en las dos investigaciones.

3.1.2. Diámetro de la raíz.

Dentro del análisis de varianza de la variable diámetro de la raíz (**Tabla 7.**) se determinó que no existen diferencias significativas y su coeficiente de variación es de 6.68%.

Tabla 7. Análisis de varianza de la variable diámetro de la raíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0.57	2	0.28	4.77	0.0874 n.s.
Tratamientos	0.37	2	0.18	3.09	0.1547 n.s.
Error	0.24	4	0.06		
Total	1.18	8			

ns= no significativo

CV: 6.68%

López y García (2020) menciona que los grupos de tratamientos que se comparó están unidos en dos categorías, donde muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sobresaliendo el T2 ubicado en la primera categoría con 2.89 cm, mientras que el resto de tratamientos colocados en la segunda categoría permanecieron por debajo de los 2.8 cm. Por otro lado Criollo y García (2009) dentro de su investigación observaron un crecimiento de 3.03 cm como diámetro final de la raíz en su mejor tratamiento, además mencionan que un menor número de plantas por área debería tener una mayor masa radical, por lo que no se puede concordar con los autores gracias a que las medias de los tratamientos obtenidos son superiores a 3.48 cm dejando claro que va a depender del manejo del cultivo y del riego siendo este último un factor determinante a la hora de tener un mayor crecimiento de la raíz.

3.1.3. Peso de la raíz.

Mediante el análisis de varianza en el peso de la raíz (**Tabla 8.**) se determinó que no existe significación y su coeficiente de variación es de 14.30%.

Tabla 8. Análisis de varianza de la variable peso de la raíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	270.62	2	135.31	6.28	0.0584 n.s.
Tratamientos	189.63	2	94.81	4.40	0.0977 n.s.
Error	86.21	4	21.55		
Total	546.46	8			

ns= no significativo

CV: 14.30%

El peso de la raíz es una parte esencial dentro del cultivo de rábano, los valores que tuvo a través de su investigación llegaron a oscilar entre 34.17 a 15.94 g por tratamiento (Sanchez 2018). Por otro lado, Alania y Inga (2022) tuvieron resultados similares, en su mejor tratamiento obtuvieron pesos superiores a 40 g y en su tratamiento con resultados deficientes los pesos fueron inferiores a 20 g. Mientras que Aliaga (2015) presento pesos de raíces que van desde los 56.3 g a 64.74 g. Debido a las investigaciones realizadas por los autores mencionados anteriormente concuerdo con ellos puesto que, si un cultivo de rábano presenta un mayor peso significa que la producción es buena por ende el valor comercial se verá incrementado al venderlo.

3.1.4. Rendimiento de rábano.

Echo el análisis de varianza del rendimiento (kg/ha) para el cultivo de rábano (**Tabla 9.**) se determinó que existe diferencias significativas al 1% para los tratamientos y su coeficiente de variación es 10.75%.

Tabla 9. Rendimiento de la producción de rábano.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	497927808.00	2	248963904.00	114.38	<0.0001 **
Error	13060224.00	6	2176704.00		
Total	510988032.00	8			

**= significativo al 1%

CV: 10.75%

Realizado la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento (**Tabla 10.**) se determinó que T1 (0.05 x 0.20 m) entre planta e hilera posee el mayor rendimiento con 23856 kg/ha, seguido T2 (0.10 x 0.20 m) entre planta e hilera con 11088 kg/ha, mientras que para T3 (0.15 x 0.20 m) entre planta e hilera logro una producción de 6216 kg/ha.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% del rendimiento (kg/ha) para los tratamientos.

Tratamientos	Medias (kg/ha)	Rango
T1	23856.00	A
T2	11088.00	B
T3	6216.00	C

A través de su análisis estadístico Holguin (2021), sobre el rendimiento del cultivo de rábano, tierra de sembrar con distancias de (0.30 x 0.30) m entre planta y línea, demostró un rendimiento superior a los 20000 kg. Con esto corroboramos que una buena producción de rábano debe ser superior a los 20000 kg, por lo que el tratamiento T1 (0.05 x 0.20 m) entre planta e hilera dentro de las dimensiones del área de la investigación realizada por el autor mencionado anteriormente estaría sobre los 23000 kg, mientras que el T2 y T3 se mantendrían por debajo de los 20000 kg teniendo una baja producción.

3.1.5. Volumen de gua aportada.

Se determino el volumen de agua aportada para los tratamientos en base al caudal de 1.2 L/h que ejercían los goteros autocompensados, podemos observar en la (**Tabla 11.**) el resultado para los diferentes tratamientos los cuales fueron similares en todas las repeticiones. Esto gracias a los emisores autocompensados que proporcionaron el mismo caudal para los 3 tratamientos sin tener mayores interferencias para obtener el volumen total de agua aportada.

Tabla 11. Agua aportada en las diferentes densidades por hora.

	L/m²				
Tratamientos	I	II	III	Total	Media
T1	120	120	120	360	120
T2	60	60	60	180	60
T3	39.96	39.96	39.96	119.88	39.96

Durante la investigación se determinó que el tratamiento que más agua consumió es T1 con una media por hora de 120 L/m², el segundo tratamiento que mayor consumo de agua fue T2 con 60 L/m², el T3 fue el que menos agua consumió con 39.96 L/m². Las variaciones que se muestran en el consumo de agua entre los 3 tratamientos se deben a las distancias que fueron colocados los goteros (**Tabla 12**).

Tabla 12. Cantidad de agua aportada por 5 minutos en 18 riegos.

L/m ²					
Tratamientos	L/m ² /5 min	Riegos	Total	Ciclo del cultivo días	L/m ²
T1	10	18	180	38	4.73
T2	5	18	90	38	2.36
T3	3.33	18	59.94	38	1.57

Para el riego durante 5 minutos en cada tratamiento el consumo mayor de agua fue en T1 con una media de 4.73 L/m² por día durante el tiempo que duro el ciclo del cultivo el cual fue 38 días desde la siembra hasta la cosecha el segundo tratamiento que mayor consumo de agua fue T2 con L/m² por día, mientras que T3 fue el que menor agua consumió durante todo el ciclo del cultivo con una media por día de 1.57 L/m².

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Mediante la investigación realizada se logró determinar que la mejor distancia de siembra en el cultivo de rábano es el tratamiento T1 con distancias de 0.05 m entre planta y 0.20 m entre hilera.
- Podemos concluir que dentro los diferentes tratamientos, la producción de rábano por metro cuadro son los siguientes: en el T1 (0.05 x 0.20 m) entre planta e hilera se dio la mayor producción con 3313.33 g/m², seguido del tratamiento T2 (0.10 x 0.20 m) produciendo 1540 g/m² por último, la menor producción fue el tercer tratamiento T3 (0.15 x 0.20 m) con un total de 863.33 g/m².
- Se determinó que los volúmenes de agua aplicada al cultivo durante la investigación con las diferentes densidades fueron los siguientes: la mayor cantidad de agua aplicada durante el tiempo que duro el ciclo del cultivo el cual fue 38 días es para T1 (0.05 x 0.20 m) entre planta e hilera con 4.73 L/m² diarios, sumando un total de 180 L/m², seguido del T2 (0.10 x 0.20 m) entre planta e hilera con 2.36 L/m² al día y un total de 90 L/m², mientras que el tratamiento que tuvo la menor cantidad de agua aplicada fue T3 (0.15 x 0.20 m) entre planta e hilera con 1.57 L/m² diarios llegando a tener 59.94 L/m² al terminar el ciclo del cultivo para todos los tratamientos.

4.2. Recomendaciones

- Antes de la siembra se recomienda tener el terreno bien humedecido para evitar que las semillas no germinen por falta de agua, además regar todos los días hasta que todas las semillas logren germinar.
- Al momento de la siembra colocar las semillas a una profundidad de unos 2 cm como máximo 3 cm ya que las semillas de rábano no necesitan ser colocadas en profundidades muy altas debido a que las plantas pierden vigor y las semillas no suelen llegar a germinar.
- Con respecto a las distancias de siembra se recomienda utilizar las distancias entre plantas de 0.05 m, ya que existirá una presencia de plantas adecuadas en el área de cultivo, evitando de esta forma la competencia entre plantas al momento de absorber los nutrientes.

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

- Aguilar, X., Guerrero, C., Morales, A., López, K., Chirino, G., & Palomar, M. (2019). Estudio comparativo del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo condiciones de invernadero con aplicación de hidroponía, vermicomposta y Azotobacter sp. <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/7890>
- Avilés, V., y Dávila, D. (2019). *Rediseño y optimización de un sistema de riego por goteo para la producción controlada de hortalizas localizada en la comuna Daular*. [Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral].
- Aliaga, R. (2015). *EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE RÁBANO CHINO (Raphanus sativus L.) CON LA APLICACIÓN DE COMPOST Y HUMUS DE LOMBRIZ A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO CONDICIONES ATEMPERADAS EN LA ZONA ACHUMANI, MUNICIPIO DE LA PAZ*. [Tesis de grado]. Universidad Mayor de San Andrés.
- Calero, A., Pérez, Y., Peña, K., Quintero, E., y Olivera, D. (2019). Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Rev. Fac. Agron.*, 36, 54 - 73.
- Carmenates, D., López, M., Mujica, A., & Brown, O. (2018). EVALUACIÓN DE EMISORES AUTOCOMPENSANTES Y SUS VARIACIONES DE CAUDAL EN SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE LA GUAYABAN (*Psidium guajava* L). *Universidad Autónoma de Aguas Calientes*, 1, 1–9.
- Carrera, J. (2015). “*RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE RÁBANO (Raphanus sativus) A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS.*” [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3546/1/T-UTC-00823.pdf>
- Criollo, H., & García, J. (2009). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. *Revista colombiana de ciencias hortícolas* , 3(2), 210–222.
- Escalante, Y., Samper, L., Escalante, A., & Rodríguez, M. (2020). Factores físicos y

- biológicos que afectan la producción del rábano (*Raphanus sativus* L.) en el municipio de Tixtla, Guerrero, México. *Foro de Estudios sobre Guerrero*, 7(1), 50–55. <https://revistafesagro.cocytiieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/613/450>
- Franco, V. (2018). *Evaluación de la eficiencia del método de riego por goteo*. [Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato].
- Flores, A. (2014). *EFEECTO DE DOS TIPOS DE LABRANZA SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO UTILIZANDO CULTIVO DE RÁBANO Y ABONO TIPO BOCASHI* [Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/30917/1/UAEM-FAPUR-TESIS-GIL,ANGELICA.pdf>
- GAD Municipal de Mocha. (2014). *DIAGNÓSTICO DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN MOCHA*.
- GAD Municipal de Mocha. (Lunes de Febrero de 2023). *Ubicación del Cantón Mocha*. Municipio de mocha: http://www.municipiomocha.gob.ec/gadmocha/index.php?option=com_content&view=article&id=16:ubicacion&catid=2&Itemid=126
- Hernández, D., López, M., Mujica, A., y Brown, O. (2018). EVALUACIÓN DE EMISORES AUTOCOMPENSANTES Y SUS VARIACIONES DE CAUDAL EN SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE LA GUAYABAN (*PSIDIUM GUAJAVA* L). *IV Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEII 2018*, 1(1), 1-9.
- Holguin, B. (2021). *RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE RÁBANO (*Raphanus sativus*) CON DIFERENTES SUSTRATOS ORGÁNICOS, EN EL CENTRO DE APOYO MANGLARALTO, UPSE DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
- Holzapfel, E., Abarca, W., Paz, V., Arumi, J., Rodriguez, A., Orrego, X., & Lopez, M. (2007). Selección tecnico-economica de emisores. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(6), 547–556.

- León, J., Peña, R., Cuesta, X., Rivadeneira, J., Jarrin, J., y Martínez, S. (2019). Riego Tecnificado a Presión en Papa. *INIAP*, 8, 1-7.
- Loboa, J., Ramírez, S., & Díaz, J. (2011). EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN CUATRO EMISORES DE RIEGO USANDO FILTRACIÓN GRUESA DE FLUJO ASCENDENTE EN CAPAS. *Revista EIA*, 16, 29–41. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n16/n16a03.pdf>
- Moscoso, M. (2017). *TECNOLOGIA DE IV GAMA PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL RABANO (Raphanus sativus) CULTIVADO EN LA PARROQUIA DE PANZALEO* [Tesis de grado]. UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES.
- Mosquera, J. (2018). *VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN DE INÓCULOS DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS (MOBs) EN EL CULTIVO DE RÁBANO (Raphanus sativus) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL- PAUTE*. [Tesis de grado, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA].
- Oblitas, M. (2019). Aplicación de biol en cultivos de rábano (*Raphanus Sativus*). *Universidad Peruana Unión*, 1–20.
- Orson, I., y Vaughn, H. (2021). *Principios y aplicaciones del riego* (2 ed.). Barcelona: Editorial Reverté, S. A., 1985.
- Palacios-Naranjo, R. E. (2022). “EVALUACIÓN DE DOS COMPENSADORES DE HORAS FRIO EN TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD UNICA PERA EN EL CANTÓN MOCHA”. *Tesis de grado*. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Tungurahua, Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36333/1/Tesis-323%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Palacios%20Naranjo%20Rogeres%20Estuardo.pdf>
- Peña, K., Rodríguez, J., León, N., Valle, C., y Cristo, M. (2018). Efecto de un promotor del crecimiento en características morfofisiológicas y productivas del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22(1), 28 - 42.

- Quilachamín, C. (2022). *Efecto de dos métodos de aplicación de agua de riego por goteo sobre los componentes del rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) variedad Pepa en el CADET*. [Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador].
- Quevedo, Y., Beltrán, J., & Barragán, E. (2018). Effect of sowing density on yield and profitability of a hybrid corn under tropical conditions. *Agronomia Colombiana*, 36(3), 248–256. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v36n3.71268>
- Rodríguez, E., & García, M. (2021). *Efecto de tres fertilizantes orgánicos y uno sintético sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (Raphanus sativus L.), Finca Santa Cruz, Muelle de los Bueyes, RACCS, Nicaragua, 2021* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4504/1/tnf04r696f.pdf>
- Sanchez, F. (2018). *Evaluación de la eficiencia de un biofertilizante de residuos orgánicos en relación a otras fuentes de fertilización en el desarrollo del cultivo de Rábano (Raphanus sativus L.)* [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1683/Fredd_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Torrez, M. (2011). *Evaluación del cultivo de rábano (Raphanus sativus L) variedad Crimson Giant utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/2150/1/tnf01t693.pdf>
- Vaca, C. (2022). *APLICACIÓN DE MICORRIZAS Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA - ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE RÁBANO (Raphanus sativus L.) EN EL CANTÓN PEDRO CARBO, PROVINCIA DEL GUAYAS* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/59620/1/JEAN%20CARLO%20VACA%20ARIAS%20%20TESIS%20FINAL.pdf>
- Velecela, S., Meza, V., García, S., Alegre, J., & Salas, C. (2019). Vermicompost enriquecido con microorganismos benéficos bajo dos sistemas de producción y sus efectos en el rábano (*Raphanus sativus L.*). *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 229–239. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.08>

ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta (cm).

Tratamientos	R1	R2	R3	Total	Media
T1	18.41	20.8	19.45	58.66	19.55
T2	15.14	13.57	14.97	43.68	14.56
T3	11.6	12.01	13.79	37.4	12.46

Anexo 2. Diámetro de la raíz (cm).

Tratamientos	R1	R2	R3	Total	Media
T1	3.78	4.01	4.04	11.83	3.94
T2	3.14	3.57	3.74	10.45	3.48
T3	3.19	3.3	4.17	10.66	3.55

Anexo 3. Peso de la raíz (g).

Tratamientos	R1	R2	R3	Total	Media
T1	31.8	39.5	44.9	116.2	38.73
T2	21.3	31.4	30.9	83.6	27.86
T3	25	24.9	42.5	92.4	30.8

Anexo 4. Preparación del terreno.



Anexo 5. Incorporación de abono orgánico en el terreno



Anexo 6. Preparación de las camas.



Anexo 7. Instalación de riego por goteo.



Anexo 8. Colocación de emisores autocompensantes.



Anexo 9. Instalación de bomba.



Anexo 10. Primer riego antes de la siembra.



Anexo 11. Siembra de rábano.



Anexo 12. Riego en el rábano.



Anexo 13. Raleo del rábano.**Anexo 14. Colocación de rótulos.****Anexo 15. Toma de datos de los goteros.**

Anexo 16. Toma de altura de la planta al momento de la cosecha.



Anexo 17. Toma del diámetro de la raíz.



Anexo 18. Toma del peso de la raíz.



Anexo 19. Tratamientos juntos.

