

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA



“Evaluación de tres distancias de plantación de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con aplicación de riego por goteo”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO
PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA:

PACARI MALISA MARÍA EMILIA

TUTOR:

ING. MG. ALBERTO CRISTOBAL GUTIÉRREZ ALBÁN

CEVALLOS – ECUADOR

2023

“Evaluación de tres distancias de plantación de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con aplicación de riego por goteo”

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Mg. GUTIÉRREZ ALBÁN ALBERTO C.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Patricio Núñez Torres PhD.

PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL

Fecha:

31/08/2023



Ing. Mg. Pallo Paredes Edwin Leonardo

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

31/08/2023



Ing. Mg. Dobronski Arcos Jorge Enrique

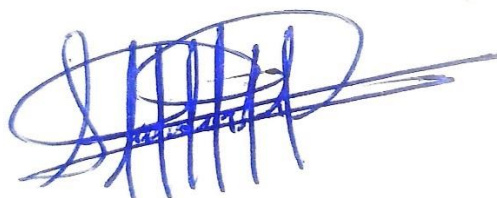
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

31/08/2023

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrito, **Pacari Malisa María Emilia**, portador de la cédula de identidad número: **185024520-8**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado **“Evaluación de tres distancias de plantación de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con aplicación de riego por goteo”** 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.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'P' followed by several vertical strokes and a horizontal line extending to the right.

Escritura Electrónica

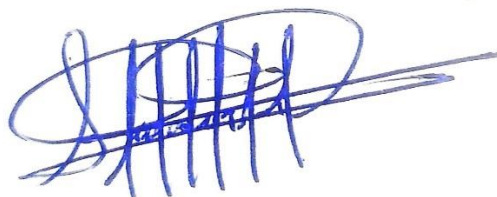
PACARI MALISA MARIA EMILIA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de tres distancias de plantación de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con aplicación de riego por goteo**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, 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 derecha de autora, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



Escritura con Certificación

PACARI MALISA MARIA EMILIA

DEDICATORIA

A mi padre Manuel Pacari Pacha que ha sido uno de mis pilares fundamentales en este proceso, gracias a ti padre por tu apoyo incondicional por tu esfuerzo por tus consejos por tu amor, porque siempre me has sabido guiar mí camino en esta vida, agradecida con Dios por haberme brindado un padre con la calidad de ser humano que es usted, gracias padre por no haberme dejado sola nunca, todo lo que logré y todo lo que lograré será por usted y para usted, infinitamente agradecida con usted.

A mi madre Melchora Malisa que al igual que mi padre ha sido un pilar fundamental, gracias madre por todo tu amor, por ser mi consejera, por haberme sabido comprender en mis momentos más difíciles, por haberme sabido guiar por el mejor camino, gracias mami por usted soy la mujer que hoy soy, porque nunca me dejaste sola, gracias por haberme motivado para poder llegar hasta donde estoy, porque siempre has estado para mí como una amiga más, por todo el esfuerzo que haz echo por mí, mi hermosa madre gracias infinitamente agradecida con usted.

A mis hermanos Aníbal, Martha y Jorge que siempre han sabido estar para mí, motivándome, brindándome su amor, gracias porque siempre me han sabido querer como su pequeña hermana, por haberme sabido comprender, apoyar, proteger, animar y sobre todo por su apoyo incondicional para poder llegar cumplir una de mis mayores metas en la vida, gracias hermanos.

GRACIAS FAMILIA POR SU AMOR Y APOYO INCONDICIONAL

PACARI MALISA MARIA EMILIA

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por todas las bendiciones que día a día me da, gracias mi Dios por haberme guiado por el mejor camino, por haberme brindado sabiduría en el transcurso de mi vida de aprendizaje, por permitirme llegar a cumplir una de mis propósitos en esta vida, agradecido por cómo me demuestras que día a día puede llegar a ser mejor y cumplir muchas cosas con tu ayuda, agradecida de como tus planes para mí son los mejores, tus planes son perfectos, infinitamente agradecida Dios.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, a mi prestigiosa Facultad de Ciencias Agropecuarias y a todo su personal docente, los cuales con sus conocimientos y métodos de enseñanza lograron llegar a mí en todo el transcurso de mi vida estudiantil, dándome de esta manera la oportunidad de ser un gran profesional.

Mi profundo agradecimiento a mi tutor Ing. Mg. Alberto C. Gutiérrez por el apoyo brindado durante todo el desarrollo de este proyecto de investigación. Sin usted, sus conocimientos, virtudes, paciencia y acertada orientación, este trabajo de investigación no se hubiera logrado de una grata manera. Le agradezco por sus atentas y rápidas respuestas a las inquietudes que surgieron durante el desarrollo de este proyecto y no solo durante si no también el transcurso de la carrera donde me ayudo con su sabiduría y conocimiento, es un gran profesor, ser humano, un hombre con un gran corazón, quedo eternamente agradecida.

Agradezco a mi familia por estar presente en todos los momentos transcurridos durante esta etapa de vida, por su apoyo incondicional en todo momento a pesar de las adversidades en que la vida nos puso, gracias por ser el motor que me impulsa a seguir cumpliendo cada uno de los objetivos propuestos en mi vida, gracias por estar presente en mis días y noches más difíciles durante horas de estudio. Gracias mi familia por todo.

De igual manera un agradecimiento a todas las personas que me brindaron su apoyo en el transcurso de mi vida universitaria, gracias por su apoyo, cariño y buenos deseos para lograr culminar este proceso de aprendizaje.

PACARI MALISA MARIA EMILIA

ÍNDICE GENERAL	
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes investigativos	2
1.3. Marco conceptual	4
1.3.1 Riego	4
1.3.2 Origen.....	5
1.3.3 Taxonomía	6
1.3.4. Descripción botánica	6
1.3.5 Variedades.....	7
1.3.6 Requerimiento del cultivo	8
1.3.7 Manejo del cultivo.....	9
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo general	10
1.4.2. Objetivos específicos	10
CAPÍTULO II	11
METODOLOGÍA	11
2.1. Ubicación del ensayo.....	11
2.2. Características del lugar	11
2.3. Materiales y equipos.....	11
2.3.1 Materiales.....	11
2.3.2 Equipos	12
2.4. Factores de estudio	12
2.5. Tratamientos	12
2.6. Diseño experimental.....	13
2.7. Características del ensayo.....	13
2.7.1 Características del lote	13
2.7.2 Esquema de la parcela.....	13
2.8. Manejo del ensayo	14
2.8.1. Preparación del terreno.....	14
2.9. Variables respuestas.....	15

CAPÍTULO III	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1. Análisis de variables.....	17
3.2. Volumen de agua por riego.....	17
3.3. Peso del repollo	20
3.4. Rendimiento	22
3.5. Diámetro ecuatorial del repollo.....	23
3.6. Costo-beneficio	24
CAPÍTULO IV	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
4.1. Conclusiones	28
4.2. Recomendaciones.....	29
BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	33

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	6
<i>Clasificación taxonómica de la lechuga (Lactuca sativa L.).....</i>	<i>6</i>
TABLA 2.....	12
<i>Descripción de tratamientos utilizados en el ensayo.....</i>	<i>12</i>
TABLA 3.....	13
<i>Distribución de los tratamientos en la parcela.....</i>	<i>13</i>
TABLA 4.....	17
<i>Datos del volumen de agua en el ciclo del cultivo.....</i>	<i>17</i>
TABLA 5.....	18
<i>Volumen de agua por L/m² /día.....</i>	<i>18</i>
TABLA 6.....	18
<i>Volumen de agua en el Tratamiento H1.....</i>	<i>18</i>
TABLA 7.....	19
<i>Volumen de agua en el tratamiento H2.....</i>	<i>19</i>
TABLA 8.....	19
<i>Volumen de agua en el tratamiento H3.....</i>	<i>19</i>
TABLA 10.....	21
<i>Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del repollo.....</i>	<i>21</i>
TABLA 11.....	22
<i>Rendimiento de la producción de lechuga.....</i>	<i>22</i>
TABLA 13.- Prueba de Tukey al 5%para la variable diámetro del repollo.....	24
Tabla 14.- Costos para la producción de lechuga por ha con aplicación de riego por goteo.....	25
TABLA 15.- Costos de aplicación sistema de riego por goteo.....	26
TABLA 16.....	27
<i>Costos, ingresos y beneficio-costo, de la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) con aplicación de riego por goteo.....</i>	<i>27</i>

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno.....	33
Anexo 2. Instalación de sistema de riego.....	33
Anexo 3. Trasplante de plántulas de lechuga.....	34
Anexo 4. Planta a los 20 días.....	34
Anexo 5. Primer deshierbe.....	35
Anexo 6. Toma de datos de los riegos.....	35
Anexo 7. Cosecha.....	36
Anexo 8. Toma de datos del peso del repollo.....	36
Anexo 9. Diámetro del repollo.....	37
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable peso del repollo al momento de la cosecha.....	37
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable diámetro del repollo al momento de la cosecha.....	38
Anexo 12. Toma de datos del peso del repollo.....	38
Anexo 13. Toma de datos del diámetro del repollo.....	38

RESUMEN

El presente estudio realizado sobre la determinación de la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) con diferentes distancias de plantación mediante la aplicación de riego por goteo, en la parroquia Juan Benigno Vela ubicada, al Sur Oeste del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, sus coordenadas geográficas 01° 19' 41,97" de latitud Sur y 78° 43' 04,24" longitud W, con el propósito de determinar el adecuado espaciamiento para la obtención de un mejor rendimiento en producción, las distancias utilizadas fueron 0,30, 0,40 y 0,50 m entre hileras y 0,3 m entre plantas. Se utilizó un diseño experimental con bloques al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Para la obtención de los resultados de las variables del peso y diámetro de repollo, los datos fueron analizados mediante la prueba de Tukey al 5%. Los datos de las variables obtenidas fueron elementos fundamentales para la obtención del análisis estadístico, con lo cual se pudo concluir que el tratamiento que obtuvo mejores resultados es el H2 con una distancia de plantación de 0,3m*0,4m, alcanzando un peso de 747,07 g y un rendimiento de 49,939 kg/ha, en cuanto a los tratamientos H1 y H3 se obtienen resultados inferiores al del tratamiento H2, en el volumen de agua el tratamiento H2 aportó con 1,56 mm/día durante el ciclo del cultivo , mientras que el tratamiento H1 aportó 2,12 mm/día y el tratamiento H3 1,18 mm/día, infiriendo así que el tratamiento H2 aportó el volumen de agua necesario hasta el estado de madurez comercial . Finalmente, en lo que se respecta a la relación beneficio-costos el tratamiento que mayor utilidad nos da en relación a ha es el tratamiento H2 con \$2,06 de utilidad, en cuanto al tratamiento H3 se obtiene \$1,59 y el tratamiento H1 resultó con \$1,49 de utilidad, siendo estos dos tratamientos rentables, pero con menor utilidad.

Palabras clave: Distancia de plantación, riego por goteo, peso, beneficio-costos

ABSTRACT

The present study on the determination of the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) with different planting distances through the application of drip irrigation, was carried out in the parish Juan Benigno Vela located in the South West of Ambato canton, province of Tungurahua, its geographical coordinates 01° 19' 41.97" South latitude and 78° 43' 04.24" W longitude, with the purpose of determining the adequate spacing to obtain a better yield in production, the distances used were 0,30, 0,40 and 0,50 m between rows and 0,3 m between plants. A randomized block experimental design with three treatments and five replications was used. To obtain the results of the cabbage weight and diameter variables, the data were analyzed using the Tukey test at 5%. The data of the variables obtained were fundamental elements for obtaining the statistical analysis, with which it was possible to conclude that the treatment that obtained the best results is H2 with a planting distance of 0.3m*0.4m, reaching a weight of 747.07 g and a yield of 49.939 kg/ha, As for treatments H1 and H3, the results were inferior to those of treatment H2, in terms of water volume, treatment H2 provided 1.56 mm/day during the crop cycle, while treatment H1 provided 2.12 mm/day and treatment H3 1.18 mm/day, thus inferring that treatment H2 provided the necessary volume of water until the commercial maturity stage. Finally, with regard to the benefit-cost ratio, the treatment that gives us the highest profit in relation to ha is the H2 treatment with \$2.06 profit, while the H3 treatment obtained \$1.59 and the H1 treatment resulted in \$1.49 profit, being these two treatments profitable, but with lower profit.

Key words: Planting distance, drip irrigation, weight, benefit-cost, profit-cost.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.Introducción

En la actualidad, el agua utilizada para la agricultura es un recurso que cada día se vuelve más escaso debido al mal uso de este recurso, por ende se busca alternativas para mejorar las técnicas de riego que nos permita aumentar la eficiencia, con lo antes mencionado vale recalcar que en Israel el Ing. Simcha Blass y Yeshayahu alrededor de los años 60 crea el riego por goteo en donde no se desperdicia agua debido al porcentaje de área regada , es regulable dependiendo las necesidades de los cultivos y gracias a esto aumentan el rendimiento por hectárea. **(Consortios de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador, 2016)**

Antúñez B. et al. (2019) menciona, que en las últimas décadas el cultivo de lechuga es regado por goteo en donde muestra una eficiencia potencial de riego del 90%, permitiendo de esta manera que el agricultor incrementará la producción que anteriormente era regando por surcos, de igual manera facilita los trabajos de fertilización, así mismo la incidencia de malezas, plagas y enfermedades disminuye notoriamente debido a que se controla el agua aplicada favoreciendo de una manera positiva a la calidad del producto que se va a cosechar.

Saavedra et al. (2017), en su manual manifiestan que una distancia entre los camellones adecuada para el cultivo de lechuga debe ser de 60 cm, la cual va a variar dependiendo su clima, si el trasplante se lo realizó en invierno la distancia debe ser menor con la finalidad que las lluvias no sean un problema mayor, mientras que en verano la distancia debe ser mayor para poder establecer un sistema de riego adecuado y que la planta este bien regada en cada una de sus etapas fisiológicas.

La producción de lechuga en el Ecuador ha tenido un crecimiento importante durante los últimos años, puesto que el consumo ha ido incrementando, además se buscan alternativas para un mayor rendimiento y calidad, en el país la provincia con mayor producción de lechuga es la provincia de Tungurahua con 3.256 tn dentro de una área de 640 ha,

Chimborazo le sigue con 2.560 tn en 366 ha, en tercer lugar tenemos a Pichincha con 68 ha cultivadas, las provincias de Carchi, Imbabura y Loja tienen un promedio de alrededor de 4 a 9 ha destinadas a la producción de esta hortaliza.

En base a lo antes mencionado y al poco conocimiento sobre las distancias de plantación y riego por goteo en el cultivo de lechuga en la comunidad Chibuleo San Luis ubicada en la provincia de Tungurahua, se pondrá en marcha el siguiente proyecto el cual tiene como finalidad evaluar cuál de las distancias entre siembra sometidas a un riego por goteo tiene un mejor resultado en la producción del cultivo de lechuga.

1.2. Antecedentes investigativos

Según **Males (2015)**, en su estudio realizado sobre el comportamiento agronómico de cuatro variedades de lechuga, bajo dos distanciamientos de siembra, donde se evaluaron variables como: el peso del repollo, altura de la planta, ancho de hojas, rendimiento, longitud de hojas y análisis económico, demostró que con distancias de siembra de (0,30*0,40 cm), existen mayores promedios en cuanto al peso del repollo, en su estudio alcanzaron promedios de 1,5 kg/repollo, difiriendo con su segundo tratamiento de (0,25*0,30 cm), donde alcanzó un peso de 1,4 kg/repollo.

Rivero (2017), en su trabajo realizado con 4 diferentes distancias de siembra, siendo así T1 (0,1 m*0,2m), T2 (0,2 m * 0,2 m), T3 (0,3 m *0,3 m) y T4 (0,4 m *0,2 m), de los cuales T1, T2 y T4 fueron los que alcanzaron mayores promedios en cuanto al rendimiento agrícola el cual se expresó en kg/ha, superando así a T3. Además, el autor menciona que el tratamiento T1 obtuvo mayor significación en cuanto a la variable costo-beneficio obteniendo así 1,55.

Estudios realizados en la Universidad Estatal de Babahoyo, donde se manejaron dos distancias de plantación (0,30*0,40 cm) y (0,25* 0,40 cm) en 3 variedades de lechuga, donde se analizaron las siguientes variables: porcentaje de prendimiento, altura de planta, ancho de las hojas, longitud de las hojas, días a la cosecha, peso de repollo (kg), rendimiento (kg/ha) y análisis económico, demostró que con distancias de plantación de 0,30 *0,40 cm, se observó un incremento en el peso del repollo, dando como resultado

1,55 kg/repollo, a diferencia de distancias de $0,25 * 0,40$ cm que arrojaron resultados menores a la anterior distancia de plantación, el mismo autor menciona en su trabajo que con una distancia de plantación de $0,30 * 0,40$ cm el rendimiento agrícola dio resultado de 24,72 kg/ha, mientras que con una distancia de $0,25 * 0,40$ el resultado fue de 23,11 kg/ha, demostrando que existió mayor diferencia estadística entre estas dos distancias de plantación. En cuanto al análisis económico el autor sostiene que existe mayor utilidad con el tratamiento de $0,30*0,40$ en la variedad iceberg, obteniendo una utilidad de 9,3 USD a diferencia de los otros tratamientos (Males, 2015).

Alfredo y Bustamante (2020), realizó estudios acerca de la comparación entre dos distancias de plantación: $0,3 \text{ cm} * 0,4 \text{ cm}$ y $0,4 \text{ cm} * 0,5 \text{ cm}$, el estudio se lo realizó en la provincia de Cotopaxi, las variables a estudiar fueron: altura de la planta, peso de la planta (g), número de hojas de la planta, días a la cosecha, rendimiento (kg/ha) y análisis económico, dando como resultado lo siguiente: en cuanto a la variable del rendimiento (kg/ha), a distancias de $0,3 \text{ cm} * 0,4 \text{ cm}$ se observaron promedios mayores estadísticamente a diferencia de distancias de $0,4 \text{ cm} * 0,5 \text{ cm}$, en la variable costo-beneficio el valor se lo analizó de acuerdo al precio promedio local de \$0,29, en distancias de $0,3 \text{ cm} * 0,4 \text{ cm}$, se observó un valor de 1,64\$ que fue mayor a diferencia de la distancia de $0,4 \text{ cm} * 0,5 \text{ cm}$ que arrojó un valor de 0,74\$ esto demostró que a distancias de $0,3 \text{ cm} * 0,4 \text{ cm}$ existe mayor relación en cuanto a costo-beneficio en el cultivo de lechuga.

Estudios realizados con diferentes sistemas de riego: riego por goteo, cinta exudante y sin riego, en hortalizas: lechuga, repollo y brócoli, donde se evaluaron el rendimiento, peso unitario (kg) y el análisis económico, en el estudio realizado el autor menciona que se obtuvo mayor rendimiento (Tn/ha) en lechuga utilizando el sistema de riego por goteo, dando así un promedio de 20,27 t/ha, a diferencia del resto de tratamientos que obtuvieron 16,73 y 17,77 t/ha respectivamente. En el mismo estudio se obtuvieron resultados favorables en cuanto al peso unitario (kg), el sistema de riego por goteo que se utilizó en lechuga arrojó promedios de 0,57 kg, difiriendo así del resto de tratamientos que fueron estadísticamente iguales con un promedio de 0,49 kg. En cuanto al análisis económico se observó que al utilizar un sistema de riego por goteo se obtiene mayor relación de costo-beneficio a diferencia de la utilización del riego por exudación o sin riego, se deberá tener

en cuenta que la instalación de los sistemas de riego tendrá un mayor costo, pero con la instalación de estos sistemas de riego garantizará el estado óptimo de humedad en el suelo, ya que estos sistemas de riego brindan la cantidad de agua necesario a cada planta para el correcto desarrollo de cada una de ellas, lo que resultará óptimo para un mayor rendimiento, eficiencia en el uso del agua, además que se obtendrá una beneficio económico (Benavides et al., 2017).

1.3.Marco conceptual

1.3.1 Riego

El regar se define como el aporte de agua de una manera oportuna y uniforme al suelo, con el objetivo de restituir el agua que fue consumida por la planta, se tendrá en cuenta realizar la oportuna aplicación para evitar la deficiencia o el exceso de agua en el suelo, existen varios métodos con los que se podrán regar, el consumo de agua por la planta se debe a varios efectos de las condiciones ambientales o climáticas, las cuales causan diferencias o gradiente de potencial entre el agua que se encuentra en la planta y en el suelo, además del vapor de agua que existe en la atmosfera, existen dos maneras en las que las plantas consumen agua, la transpiración y la evaporación, la pérdida de agua de estos dos procesos se la conoce como evapotranspiración, la cual esta determina por el clima, el tipo de suelo, el contenido inicial de agua y el tipo de cultivo. Al realizar un riego eficaz se logra producir incrementos significativos en el rendimiento agrícola.(Gurovich, 1985)

1.3.1.1 Riego por goteo.

Montero (2020) indica que el riego por goteo es la aplicación de agua con el uso de emisores o goteros, este tipo de riego marca una gran diferencia puesto que solo moja una parte del suelo a diferencia de otros métodos de riego, cuando se realiza este tipo de riego estaremos teniendo una eficiencia de riego del 90% al 95 %, además la mayoría de las instalaciones se la puede realizar en terrenos sin la necesidad de nivelarlos. El riego por goteo posee algunas ventajas:

- Las dosis a aplicar son bajas por ende se logra tener ahorro del recurso hídrico, además incrementaría la vida útil de los componentes del sistema de riego puesto que existiría un desgaste menor.
- El riego tendrá uniformidad, ayudará a tener una mayor eficiencia en cuanto a la aplicación de las sales minerales si se utiliza como fertirrigación, además del consumo energético.
- Al realizar riego por goteo existirá mejor control de malezas, puesto que el riego es localizado y solo se mojará el área alrededor de la planta, evitando así mojar áreas donde se podrá generar malezas.
- Existe mejor control fitosanitario
- Ayudará al ahorro en mano de obra y energía, ya que se necesitará menor cantidad de personal al momento del control de malezas, así como la operación de este método de riego es menor.
- El producto tendrá mayor calidad ya que se utiliza una humedad óptima para su desarrollo.

Desventajas

- Existe obstrucción de los emisores, por lo cual se necesita una revisión constante para que el sistema funcione correctamente.
- La instalación del sistema tiene mayor costo a diferencia de otros métodos de riego, el método demanda mayor costo en mano de obra, así como en materia prima, además de realizar movilizaciones del material si se llegara a utilizar maquinaria en el terreno.

1.3.2 Origen

Vasquez (2021) da a conocer que la lechuga es una de las especies más antiguas que la humanidad domesticó desde unos 2 500 años atrás. El centro de origen de esta hortaliza se remonta en las regiones templadas de Europa, Asia y América del Norte. Los egipcios iniciaron con la producción de este cultivo al realizar la extracción de aceite a base de la semilla, la cual hacía referencia a una planta sagrada llamada Mid que representaba al

Dios de la reproducción. Los egipcios dieron a conocer a los griegos acerca de este cultivo, a su vez los griegos lo pasaron a los romanos. Se menciona que la lechuga provenía de *Lactuca serriola*, existieron ciertas hibridaciones entre diferentes especies y procesos evolutivos de esta hortaliza que dieron origen a *Lactuca sativa* L. que se la conoce hasta la actualidad.

1.3.3 Taxonomía

Según **Saavedra et al. (2017)** la clasificación taxonómica de la lechuga es la siguiente:

TABLA 1.

Clasificación taxonómica de la lechuga (Lactuca sativa L.)

Taxon	Nombre
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Cichorioideae
Tribu	Lactuceae
Género	Lactuca
Especie	<i>Lactuca sativa</i> L.

1.3.4. Descripción botánica

Según **Vasquez (2021)**, la descripción botánica de la lechuga consta de las siguientes partes:

-Raíz: la lechuga posee una raíz pivotante, la cual puede llegar a medir unos 30 cm de profundidad, en cuanto a su sistema radicular este se encuentra bien desarrollado, tiene

una ramificación de acuerdo a la compactación del suelo, por lo que en suelos más compactos se encontrarán ramificaciones más densas y profundas que en suelos menos compactados.

-Tallo: posee un tallo sésil, a simple vista no se la aprecia, cada hoja de la lechuga posee uno de estos tallos, estos tienen una forma cilíndrica y son ramificados.

-Hojas: sus hojas son basales, ovales, oblongadas, brillantes, roseta, la forma de sus hojas diferirá de acuerdo a la variedad. Lechugas con características de formar repollo, sus hojas bajas tienen una forma alargada y grande, las cuales van formando un repollo.

-Inflorescencia: su inflorescencia es una panícula.

-Flores: la lechuga posee flores amarillas, estas tienden a autopolinizarse, su cáliz es filamentosos y al momento de madurar se forma el papus, el cual será el órgano de diseminación anemófila.

-Semillas: sus semillas tienen una forma alargada llegan a medir de 4 a 5 mm de diámetro, poseen un color blanco crema, pardo y castaña, esto dependerá de la variedad.

1.3.5 Variedades

Según **Cordero (2021)** existe:

1.3.5.1 Variedad Capitata

Tipo Iceberg: variedad con características de formación de cabezas de gran tamaño y peso, son apelmazadas, sus hojas son gruesas, firmes, tiene nervaduras gruesas, las cuales tienen un color blanco, tiene una textura blanda, tiene mayor resistencia al momento de movilizarlo a largas distancia, la desventaja de este tipo de variedad es el poco contenido proteínico que poseen, esto sucede ya que sus hojas externas recubren el interior de la planta, dándole una coloración pálida.

Tipo trocadero: es una variedad que forma cabezas de un tamaño mediano, las cuales pueden llegar a pesar 600g, sus hojas son delgadas, suaves y sueltas, sus nervaduras son delgadas, son más frágiles al momento de su transporte móvil a distancias largas.

1.3.6 Requerimiento del cultivo

Según **Cordero (2021)** los requerimientos del cultivo son los siguientes:

- **Temperatura:** la lechuga es tolerantes a climas fríos, débiles a heladas, temperaturas medias mensuales varían con temperaturas mínimas de 12°C, óptimas de 15 a 18°C, y máximas de 21 a 24°C. Esto dependerá del grado de iluminación en la que se encuentra cultivado la planta, llegando así a tener de 20 a 22°C en días despejados y de 15 a 16°C en días nublados.

- **Luz:** la lechuga demanda gran cantidad de intensidad lumínica, puesto que la escasez de luz hará que las hojas sean delgadas y en ocasiones las cabezas se suelten, este parámetro se lo debe considerar para la densidad de plantación, así evitaremos el sombreado entre plantas. El rendimiento del cultivo, el color, su sabor y textura, dependerá mayoritariamente de este parámetro.

- **Precipitación:** un óptimo rango de precipitación esta entre 700 a 1.500 mm.

- **Suelo y altitud:** esta hortaliza tiene un buen desarrollo entre los 1.800 a 2.800 msnm, en cuanto al suelo la lechuga se adapta mejor en suelos con texturas arcillosas y francos arenosos, con pH entre 5,2 y 5,8 ricos en materia orgánica, con buen drenaje.

- **Nutrientes:** esta hortaliza demanda un 60 a 65% de nutrientes en la formación del repollo, las mismas que deberán ser suspendidas mínimo una semana antes de la cosecha.

En cuanto a la fertilización orgánica, se trabajará con 2,5 Tn/ha de materia orgánica descompuesta, una fertilización mineral con N-P-K: 60 a 120 kg/ha de N, 30 A 50 kg/ha de P y de 100 a 150 kg/ha de K.

1.3.7 Manejo del cultivo

Para **Guamán (2017)** el manejo de este cultivo se tendrá que realizar ciertas labores, las cuales se detallan a continuación:

Preparación del suelo

Para iniciar el trasplante de la lechuga se procederá a nivelar el terreno, realizando camellones.

Plantación

Se lo realiza en los lomos previamente realizados, a una profundidad que no exceda los 5 cm, esto ayudará a evitar podredumbres al nivel del cuello y la desecación de las raíces.

Riego

Se realizará un riego previo a la plantación, estos riegos serán de manera frecuente procurando que el suelo quede parcialmente mojado, de esta manera se evitará la proliferación de enfermedades por exceso de humedad.

Malezas

Cuando exista la presencia de estas será necesario eliminarlos, ya que el cultivo no permite una competencia con estos.

Cosecha

La madurez de la lechuga será cuando el repollo se encuentre con una mayor compactación, esto requerirá una fuerza manual ligera para ser comprimida.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

- Evaluar tres distancias de plantación de lechuga (*Lactuca sativa* var. Coolguard) con aplicación de riego por goteo

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el volumen de agua necesario para el cultivo de lechuga hasta el estado de madurez comercial.
- Determinar la producción por m² en base a las distancias de plantación establecidas.
- Analizar los costos-beneficios de la producción de lechuga con aplicación de riego por goteo.

Hipótesis: Una de las distancias de siembra afectará la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Coolguard.)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del ensayo

El estudio se realizó en la comunidad de Chibuleo San Luis, perteneciente a la parroquia de Juan Benigno Vela, la cual está ubicada al Sur Oeste del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, sus coordenadas geográficas 01° 19' 41,97" de latitud Sur y 78° 43' 04,24" longitud Oeste.

2.2. Características del lugar

Se encuentra a una altitud de 3 348 msnm, el tipo de suelo es arcilloso limoso, presenta una precipitación de 600 a 1 000 mm/año, con un rango de temperatura de 4 a 14°C y con un porcentaje de humedad de 76%. **(Castillo & Tabango, 2015)**

2.3. Materiales y equipos

2.3.1 Materiales

- Plántulas de lechuga (var. Cooulgourd)
- Tubería de PVC 1"
- Cinta de goteo 16 mm
- Conector tipo G directo 16mm
- Válvula roscable 1"
- Adaptador flex 1"
- Adaptador tanque 1"
- Teflón grande
- Neplo tuerca 1"
- Abrazadera 1"
- Unión roscable 1"
- Tanque 200 lts

- Cinta métrica
- Azadón
- Rastrillo
- Desarmador

2.3.2 Equipos

- Probeta
- Balanza
- Vasos plásticos
- Cronómetro
- Calibrador vernier

2.4. Factores de estudio

Distancia de plantación

H1. – 0,30 m *0,30 m

H2. – 0,30 m *0,40 m

H3. – 0,30 m *0,50 m

2.5. Tratamientos

TABLA 2.

Descripción de tratamientos utilizados en el ensayo

TRATAMIENTO	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
1	H1	Distancia de plantación 0,30*0,30m
2	H2	Distancia de plantación 0,30*0,40m
3	H3	Distancia de plantación 0,30*0,50m

2.6. Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones. Las variables respuestas fueron sometidas a análisis de varianza y aquellas que resulten significativas serán comparadas mediante la prueba de Tukey al 5%.

2.7. Características del ensayo

2.7.1 Características del lote

Ancho	6,80 m
Largo	15 m
Caminos	2,00 m
Área total	102 m ²
Área de plantación	72 m ²
Número total de plantas	600

2.7.2 Esquema de la parcela

TABLA 3

Distribución de los tratamientos en la parcela

REPETICIONES				
I	II	III	IV	V
H1R1	H1R2	H1R3	H1R4	H1R5
H2R1	H2R2	H2R3	H2R4	H2R5
H3R1	H3R2	H3R3	H3R4	H3R5

2.8. Manejo del ensayo

2.8.1. Preparación del terreno

Se inició con la medición del terreno con dimensiones de 15 m de largo y 6,80 m de ancho, seguidamente con la ayuda de un azadón se inició a roturar el terreno, con una profundidad de 30 a 40 cm, lo cual permite mejorar la aireación del suelo, al mismo tiempo se realizó la limpieza de malezas existentes, posteriormente se allano, dejándolo así sin conglomerados de tierra compacta, para posteriormente iniciar a nivelar, para este proceso nos ayudamos de un rastrillo el cual nos permitió tener una pendiente uniforme con relación a las cintas de goteo,

Preparación de camellones: con la ayuda del azadón se procedió a realizar camellones con las distancias de plantación a estudiar.

Instalación del riego por goteo

Se inició con la colocación de la tubería principal de PVC de 1 pulgada que tiene 8 metros, seguidamente se realizó la colocación de la cinta de goteo con distancias de 0,30m, 0,40m y 0,50m, posterior a esto se realizó la unión de la tubería principal ubicada en la parcela a la tubería principal del tanque.

Plantación

Al concluir los camellones y al estar tendida las cintas de goteo en la parte central de los mismo, se procedió al trasplante de las plántulas de lechuga cada 0,30 m, esta distancia se tiene entre los emisores de la cinta de goteo, dando un total de 600 plantas en la parcela.

Fertilización

Se aplicaron 9 kg de la mezcla de nitrato de potasio, Kmag y 0-46-0 a los 45 días después del trasplante.

Rascadillo

A los 20 días después del trasplante con la ayuda de un azadón se procedió a remover el suelo, esto nos ayudó a la eliminación parcial de las malezas además de darle aireación al suelo, después de 25 días de haber realizado esta labor se procedió nuevamente a remover las malezas.

Cosecha

A los 70 días después del trasplante se realizó la cosecha, de una forma manual y con la ayuda de un cuchillo se procedió a cortar la parte inferior del tallo de esta manera se logra obtener el repollo.

2.9. Variables respuestas

Volumen de agua por riego

Se procedió a medir el volumen de agua con la ayuda de un vaso, donde se tomó en tres diferentes posiciones a lo largo de la línea de goteo a distancias de 5, 10, 15 m, cada siete días durante 10 minutos.

Peso del repollo

El peso del repollo se obtuvo al momento de la cosecha de 10 plantas al azar de la parcela neta con ayuda de una balanza cuya medida se expresó en gramos,

posteriormente para proyectar su rendimiento esta medida se la convirtió en kg/m^2 y finalmente en kg/ha .

Diámetro del repollo

Se realizó la toma de datos con la ayuda de un calibrador se tomó el diámetro ecuatorial del repollo de 10 plantas al azar de la parcela neta al momento de la cosecha.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de variables

En este capítulo se detallan los resultados alcanzados en el análisis de varianza y de Tukey al 5%, en base a las variables de estudio como el peso y diámetro del repollo, de igual manera se analizó el volumen de agua necesario hasta el estado de madurez comercial y un valor de costo-beneficio.

3.2. Volumen de agua por riego

Una vez tomado los datos de los goteros por el lapso de 10 minutos, se procedió a sacar el volumen de agua por metro cuadrado.

TABLA 4

Datos del volumen de agua en el ciclo del cultivo

Tratamientos	Riegos (L/m ² /ciclo del cultivo)
H1	148,17
H2	109,152
H3	82,89

El volumen de agua empleado durante el ciclo del cultivo (70 días) fueron para el tratamiento H1 148,17 L/m², con una frecuencia de siete días, infiriendo en los resultados la distancia de plantación de 0,3m *0,3m, muy corta de espacio entre plantas e hileras lo que permite una alta proliferación de enfermedades como botrytis debido a una alta humedad producida por el volumen aplicado, pero que no está alejado de los valores de la evapotranspiración, mientras que el tratamiento H2 109,152 L/m², y el tratamiento H3 82,89 L/m², lo que nos permitiría inferir que en el H1 se necesita 2,12L/m²/día o 2,12 mm de precipitación diaria, esto es una buena referencia con respecto a la evapotranspiración del cultivo de la lechuga, el tratamiento H2 tiene una aplicación de 1,56 L/m²/día o 1,56

mm/día, siendo el mejor tratamiento en cuanto al peso y diámetro del repollo de lechuga y finalmente el H3 en el cual se aplicó 1,18 L/m²/ día o 1,18 mm/día, resultados que se encuentran por debajo del tratamiento H2 debido posiblemente a un déficit hídrico ocasionado por el bajo número de emisores por metro cuadrado.

TABLA 5

Volumen de agua por L/m² /día

Tratamientos	(L/m²/día)
H1	2,12
H2	1,56
H3	1,18

TABLA 6

Volumen de agua en el Tratamiento H1

Área de planta	0,09 m ²
Largo	15 m
Ancho de la cama	1.2 m
Área de la cama	18 m ²
Nº de plantas	200
Nº de riegos	10
Gotos por m ²	11
Volumen de agua por m ² /ciclo	148,17
Volumen de agua L/m ² /día	2,12

TABLA 7*Volumen de agua en el tratamiento H2*

Área de planta	0,12 m ²
Largo	15 m
Ancho de la cama	1.6 m
Área de la cama	24 m ²
N° de plantas	200
N° de riegos	10
Goterros por m ²	8
Volumen de agua por m ² /ciclo	109,152
Volumen de agua L/m ² /día	1,56

TABLA 8*Volumen de agua en el tratamiento H3*

Área de planta	0,15 m ²
Largo	15 m
Ancho de la cama	2 m
Área de la cama	30 m ²
N° de plantas	200
N° de riegos	10
Goterros por m ²	6
Volumen de agua por m ² /ciclo	82,89
Volumen de agua L/m ² /día	1,18

Se determinó que el volumen de agua necesario para el cultivo de lechuga hasta el estado de madurez comercial se logró con el tratamiento H2 que aportó 109,152 L/m² durante el

ciclo del cultivo, esto en base a que existieron mejores resultados en cuanto a los repollos, además de que existieron menores problemas de sanidad, este valor concuerda con el estudio realizado por (Flores y Fuad, 2008) en el cual demostraron que el requerimiento hídrico por las 5 semanas que duró el cultivo de lechuga hasta el estado de madurez comercial obtuvo un promedio de 22,704 L/m² semanal; sin embargo, (Saavedra et al., 2017) afirma que para determinar el volumen de agua necesario para el cultivo se deberán tomar en cuenta varios factores; clima de la zona, el período fenológico, densidad de plantación y el manejo del cultivo.

3.3. Peso del repollo

Se realizó el análisis de varianza para la variable del peso del repollo (Tabla 9) tomada el día de la cosecha y se determinó que existe diferencias significativas (p-valor= 0,003), con un coeficiente de variación de 13,04% por lo que se demuestra que el valor obtenido es aceptado para ensayos de campo.

TABLA 9

Cuadro de análisis de varianza para la variable peso del repollo

F.V.	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	4	9525,93	1,12 ns	0,4127
TRATAMIENTOS	2	109115,34	12,79*	0,0032
Error	8	8531,90		
Total	14			

C.V= 13,04

ns= no significativo

*= significativo al 5%

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable peso del repollo (Tabla 10), se establecen dos rangos de significación, en los cuales se establece que los tratamientos H2 (0,3m *0,4m) y H3 (0,3m *0,5m) presentan mejores promedios estadísticos entre si con 823,32g y 747,07g respectivamente, mientras que el tratamiento H1 (0,3m*0,3m) presentó menor

peso con una media de 544,90 g. Los resultados obtenidos difieren del estudio realizado por **(Abubakari et al., 2011)**, donde se compararon dos tipos de irrigación y tres distancias de plantación que fueron 15*15 cm, 20*20 cm y 30*30 cm, en el cual determinaron que el peso incrementa de manera significativa en distancias más cortas.

TABLA 10

Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del repollo

TRATAMIENTOS	Medias(g)	Rangos
H2	832,32	A
H3	747,07	A
H1	544,90	B

Sin embargo **(Khazaei et al., 2013)** en su estudio realizado sobre la mejora del crecimiento y rendimiento de la lechuga con espaciamientos, con mulching y fertilizante orgánico, trabajó con distancias de 20*40cm, 25*40cm, 30*40cm, donde obtuvo mayores pesos por planta con espaciamientos de 25*40 cm donde su media fue 491,6g lo que demuestra que a mayor distanciamiento el peso del repollo incrementa. **(Rahman et al., 2005)** en su investigación sobre el efecto del espaciamiento, demostró que el número de vainas incrementó a distancias mayores, sin embargo, si se reduce el área, la nutrición de la planta disminuye por ende la planta no tendrá suficiente crecimiento y el número de ramas y vainas disminuirá. Según los autores **(Aminifard et al., 2010; Firoz et al., 2009; Sadeghi et al., 2009)**, afirman que la distancia de plantación afecta significativamente el peso del repollo, además de factores de crecimiento, los mismos autores mencionan que mientras la distancia de plantación sea mayor existirá una reducción en el rendimiento por la baja densidad de plantas. Sumado a esto **Hasan et al. (2017)** en su investigación afirma que en espaciamientos de (40*30 cm) existe un incremento en el peso de planta demostrando una tendencia creciente, mientras la distancia sea amplia la planta se dotara de mayor

cantidad de luz solar y nutrientes consiguiendo así el peso óptimo para su comercialización. (Ruiz, 2022) en su estudio realizado en el cultivo de lechuga se encontró que el peso de los repollos se encuentra entre un rango de 534,33g hasta los 1146,50 g, teniendo así una similitud con los rangos obtenidos en la investigación realizada, los cuales tienen un promedio que van desde los 544,90 g, hasta los 832,32 g.

3.4. Rendimiento

TABLA 11

Rendimiento de la producción de lechuga

Tratamiento	Peso medio	Media total	Nºde plantas/ha	kg/ha
	590,1			
	341,40			
H1	461,29	544,90	80 000	43 592
	669,80			
	662			
	823,4			
	849,4			
H2	781,5	832,32	60 000	49 939
	853,7			
	853,6			
	727,9			
	741,44			
H3	765,8	747,868	48 000	35 897
	647,4			
	856,8			

Las diferentes distancias de plantación influyen en el rendimiento total del cultivo, obteniendo así mayor rendimiento en el tratamiento H2 (0,3m*0,4m) 49.939 kg/ha, mientras en el rendimiento más bajo se observa en el tratamiento H3 (0,3m*0,5m) 35.897 kg/ha, esto demuestra que entre mayor sea su espaciamento entre hileras menor será la población de plantas por área, además se proporcionará mayor espacio para una mejor luminosidad, mayor absorción de nutrientes por ende la competencia de nutrición será menor para el crecimiento vegetativo. (Hasan et al., 2017)

3.5. Diámetro ecuatorial del repollo

Se realizó el análisis de varianza para la variable del diámetro ecuatorial del repollo (Tabla 12) tomada el día de la cosecha y se determinó que existe diferencias significativas (p-valor= 0,009), con un coeficiente de variación de 6,46% por lo que se demuestra que los valores dotan de aceptable confiabilidad a los resultados evaluados.

TABLA 12

Cuadro de análisis de varianza para la variable diámetro del repollo

F.V.	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	4	1,34	1,56 ns	0,2740
TRATAMIENTOS	2	7,48	8,70*	0,0099
Error	8	0,86		
Total	14			

C.V= 6,46

ns= no significativo

*= significativo al 5%

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro ecuatorial del repollo (Tabla 13), se obtiene dos rangos de significación, en el cual se establece que el tratamiento H2 (0,3m *0,4m) obtiene el mayor diámetro con una media de 15,39 cm, mientras que el tratamiento H1 (0,3m*0,3m) obtuvo una media de 13,01cm, siendo la menor media obtenida de todos los tratamientos. Los resultados obtenidas en el estudio realizado discrepa con los de (Barros Júnior et al., 2004) en el cual demostró que no existe

diferencia significativa en cuanto al diámetro del repollo, dando un promedio de 16,23 cm en variedades tipo Iceberg.

TABLA 13

Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro del repollo

TRATAMIENTOS	Medias (cm)	Rangos
H2	15,39	A
H3	14,68	AB
H1	13,01	B

Según (**Queiroga et al., 2001**), manifiesta en su investigación de producción del cultivo de lechuga, que a pesar de no encontrarse en condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de esta variedad, se da un efecto significativo en cuanto al resultado del diámetro del repollo, obteniendo una media que va desde los 15,85cm hasta los 16,38cm, en lo cual puedo decir que estoy de acuerdo con el autor porque se encuentran en las medidas que se obtuvo en mi trabajo de investigación.

3.6. Costo-beneficio

Se registraron los costos de producción para el cultivo de lechuga con aplicación de riego por goteo en cada tratamiento en estudio.

Tabla 14*Costos para la producción de lechuga por ha con aplicación de riego por goteo*

Concepto	0,3m*0,3m	0,3m*0,4m	0,3m*0,5m
	Distancia de plantación		
Mano de obra	1 500,00	1 500,00	1 500,00
Maquinaria	960,00	960,00	960,00
Plántula	4 000,00	3 600,00	2 400,00
Fertilizante	1 710,00	1 710,00	1 710,00
Plaguicidas y fungicidas	960,00	960,00	960,00
Herramientas	150,00	150,00	150,00
Materiales e instalación del método de riego por goteo	2 396,60	1 932,60	1 653,60
Costo total/ha producción	11 676,60	10 812,60	9 333,60

Los costos de producción de lechuga por tratamiento (Tabla 14), muestra que el menor costo de producción fue en el tratamiento H3 (0,3m*0,5m) \$9.333,60, el cual tiene un espaciamiento de 0,3m*0,5m por ende tiene menor número de plantas/ha, mientras que el tratamiento H1 (0,3m*0,3m) \$11.676,60 tuvo el valor más alto, mientras que el tratamiento H2 (0,3m*0,4m) \$10.812,60 representa un valor intermedio, añadiendo que este tratamiento representa mejores resultados en cuanto a rendimiento.

TABLA 15.- Costos de aplicación sistema de riego por goteo

Distancia de plantación									
Costo del equipo para el riego por goteo									
Concepto	Precio unitario	Cantidades	Total	Precio unitario	Cantidades	Total	Precio unitario	Cantidades	Total
Manguera principal (m)	0,37	100	37,00	0,37	100	37,00	0,37	100	37,00
Cinta de goteo 16mm ACEDRIP C (m)	0,09	23 600,00	2 124,00	0,09	18 800,00	1 692,00	0,09	16 000,00	1 440,00
Conectores tipo G directo 16 mm	0,25	236,00	59,00	0,25	188,00	47,00	0,25	160,00	40,00
Válvula azul roscables 1"	2,60	1,00	2,60	2,60	1,00	2,60	2,60	1,00	2,60
Abrazadera 1" 20-32	0,54	3,00	1,62	0,54	3,00	1,62	0,54	3,00	1,62
Uniones roscables 1"	0,60	1,00	0,60	0,60	1,00	0,60	0,60	1,00	0,60
Adaptadores flex 1"	0,53	1,00	0,53	0,53	1,00	0,53	0,53	1,00	0,53
Adaptador tanque	5,36	1,00	5,36	5,36	1,00	5,36	5,36	1,00	5,36
Teflón 19mm*15m*0,2mm	0,89	1,00	0,89	0,89	1,00	0,89	0,89	1,00	0,89
Tanque mil litros	105,00	1,00	105,00	105,00	1,00	105,00	105,00	1,00	105,00
Mano de obra técnica (día)	20,00	3,00	60,00	20,00	2,00	40,00	20,00	1,00	20,00
TOTAL			2.396,60			1.932,60			1.653,60

Los costos de aplicación del sistema de riego por goteo (Tabla 15) se los realizó con una relación a ha por cada tratamiento, en el cual se observa que los costos varían por las diferentes distancias de plantación al igual que el costo de producción de lechuga por ha, el mayor costo de aplicación fue en el tratamiento H1 (0,3m*0,4m) \$2 396,60 en cuanto al menor costo de instalación se lo observa en el tratamiento H3 (0,3m*0,5m) \$1 653,60.

TABLA 16

Costos, ingresos y beneficio-costo, de la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) con aplicación de riego por goteo

Concepto	Distancia de plantación		
	0,3m*0,3m	0,3m*0,4m	0,3m*0,5m
Costo unitario/repollo	0,30	0,50	0,40
Venta producción	21 600,00	27 000,00	17 200,00
Costo del equipo para el riego por goteo	2 396,60	1 932,60	1 653,60
Costo/ ha producción de lechuga	11 676,60	10 812,60	9 333,60
Costo parcial producción de lechuga/ha con aplicación de riego	14 073,20	12 745,20	10 987,20
Tasa interés BanEcuador (11,25%)	395,80	358,10	308,70
Costo total/ha producción	14 469,00	13 103,30	11 295,90
Relación beneficio-costo	1,49	2,06	1,52

El análisis económico de los tratamientos estudiados (Tabla 16) demuestra que el mayor beneficio se lo observa en el tratamiento H2 con un espaciamiento de 0,3m*0,4m que obtuvo \$2,06, el resultado obtenido se basa en la mejor producción existente en este tratamiento, mientras que con los tratamientos H3 y H1 se obtuvieron \$1,52 y \$1,49 respectivamente, deduciendo así que en estos tratamientos el beneficio-costo es inferior.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Una vez finalizada la investigación “EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE PLANTACIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) CON APLICACIÓN DE RIEGO POR GOTEO” se concluye lo siguiente:

Se determinó que el volumen de agua necesario hasta el estado de madurez comercial el cual llegó a los 70 días después del trasplante para su correspondiente cosecha, lo aportó el tratamiento H2 con distanciamiento de 0,3m*0,4m, con 1,56 mm/día, mientras que el tratamiento H1 (0,3m*0,4m) aportó 2,12 mm/día y el tratamiento H3 (0,3m*0,5m) aportó 1,18 mm/día, concluyendo que con el tratamiento H2 se obtuvo mejores resultados en base al aporte de agua para las variables del peso y diámetro del repollo, variables donde el mismo tratamiento sobresale en los resultados obtenidos.

Como resultado de la investigación realizada se obtiene que la mayor producción por m² de lechuga se logra con el tratamiento H2 (0,3m*0,4m) obteniendo 49,939 kg/ha a diferencia de los tratamientos H1(0,3m*0,3m) y H3 (0,3m*0,5m) que obtuvieron 43,592 kg/ha y 35,897 kg/ha, respectivamente.

Se concluye que el tratamiento H2 con distanciamiento de 0,3m*0,4m resultó ser el tratamiento más rentable dando un beneficio-costos \$ 2,06 a diferencia de los tratamientos H3 y H1 donde se obtuvo \$1,52 y \$ 1,49, respectivamente para la producción de lechuga con aplicación de riego por goteo, se concluye que estos resultados están relacionados al número de plantas/ha que se obtiene con cada tratamiento, los resultados económicos variaron por el peso y diámetro que se obtuvo en cada tratamiento.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda cultivar a distancias de 0,3m*0,4m, debido que con este espaciamiento nos permite realizar las labores agrícolas con mayor factibilidad, además se disminuye la proliferación de enfermedades y plagas, permitiendo así el mejor desarrollo a la planta.

Recomiendo tener en cuenta las épocas de siembra y realizar análisis previos de suelos y agua con el fin de pasar a la fertirrigación con la finalidad de mejorar la eficiencia del fertilizante.

Se recomienda trabajar con variedades más resistentes y adaptables a temperatura menores y mayores precipitaciones, con la finalidad de obtener un mejor rendimiento en la producción.

Se recomienda seguir experimentando en diferentes distancias de plantación, entre plantas e hileras, en diferentes variedades para poder obtener mejores rendimientos en producción, y conocer que variedades son más adaptables a las zonas con menores temperaturas y mayores precipitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abubakari, A. H., Nyarko, G., & Sheila, M. (2011). Preliminary studies on growth and fresh weight of lettuce (*Lactuca sativa*) as affected by clay pot irrigation and spacing. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 14(14), 747–751.
<https://doi.org/10.3923/pjbs.2011.747.751>
- Alfredo, W., & Bustamante, B. (2020). *Comparación de la aplicación de ácidos húmicos y algas marinas con diferentes distanciamientos en lechuga (Lactuca sativa L.) comparison of the application of humic acids and seaweed with different distances in lettuce (Lactuca sativa L.)*.
- Aminifard, M. h., Arioiee, H., Karimpour, S., & Nemati, H. (2010). Power_yield_2. In *Asian Journal of Plant Sciences* (Vol. 9, pp. 276–280).
- Antúnez B., A., Felmer E., S., & Vidal S., M. (2019). *Parte 5. Manejo del riego para optimizar el rendimiento comercial de lechugas*. 33–47.
<https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6808>
- Barros Júnior, A. P., Grangeiro, L. C., Bezerra Neto, F., Negreiros, M. Z. de, Souza, J. de O., Azevedo, P. E. de, & Medeiros, D. C. (2004). Cultivo da alface em túneis baixos de agrotêxtil. *Horticultura Brasileira*, 22(4), 801–803. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362004000400028>
- Benavides, O., Barraza, F., & Navia, J. (2017). *Efecto del riego por goteo y exudación sobre el rendimiento de hortalizas en clima frío Effect of drip and exudation irrigation systems on vegetable yield in a cold climate*. 34(1), 108–116.
- Castillo, E., & Tabango, M. (2015). *Actualización Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Parroquia Juan Benigno Vela*. 1–158.
http://www.alcaldiadeibague.gov.co/website/files/presupuesto_participativo/plan_desarrollo_comuna6.pdf
- Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador. (2016). *Hablemos De Riego Con Los Agricultores*. In 2014.

- Cordero, M. (2021). *Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera De Ingeniería Agropecuaria*.
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25053/1/tesis_023_Ingenieria_Agropecuaria_-_Benitez_Pablo_-_cd_023.pdf
- Firoz, Z. A., Alam, M. ., Uddin, M. S., & Khatun, S, A. (2009). *Effect of sowing time and spacing on lettuce seed production in hilly region*. 34(September), 531–536.
- Flores, H., & Fuad, A. (2008). *Determinación del coeficiente hídrico del cultivo (Kc) para la lechuga variedad Verónica en los meses de mayo a julio en condiciones de El Zamorano, Honduras*.
- Guamán, A. (2017). *Eefecto de a aplicación de tres bioformulados en el desarrollo de 2 variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) Var. Coolguard y Gentilina a campo abierto, en el cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo*. 104.
- Gurovich, L. A. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego* (p. 458).
<http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A9806E/A9806E.PDF>
- Hasan, M. R., Tahsin, A. K. M. M., Islam, M. N., Ali, M. A., & Uddain, J. (2017). Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca Sativa L.*) Influenced As Nitrogen Fertilizer and Plant Spacing. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 10(06), 62–71.
<https://doi.org/10.9790/2380-1006016271>
- Khazaei, I., Reza, S., Abdolkarim, K., & Mohammad, S. M. (2013). Improvement of lettuce growth and yield with spacing, mulching and organic fertilizer. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences.*, 6(397031), 1137–1143. www.ijagcs.com
- Males, M. (2015). *Comportamiento agronómico de cuatro variedades de Lechuga (Lactuca sativa L.), bajo dos distanciamientos de siembra en la zona de Pimampiro Provincia de Imbabura*.
- Montero, F. (2020). *Estimación de las diferencias entre un sistema de riego por goteo con lámina de agua de riego fija y por lámina de agua requerida según las condiciones climáticas en función de la huella hídrica, producción, indicadores financieros y condiciones de humeda*.

- Queiroga, R., Neto, F. B., Negreiros, M. Z., Oliveira, A. P., & Azevedo, C. (2001). *Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró*. 192–196.
- Rahman, A., Al, M., & Turk, M. A. (2005). Adaptation of Chickpea to Cultural Practices in a Mediterranean Type Environment Adaptation of Chickpea to Cultural Practices in a Mediterranean Type Environment. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 1(2):, 1(2), 152–157.
- Rivero, M. (2017). *Densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de lechuga (lactuca sativa l.) variedad grand rapids waldeman's strain, en la provincia de lamas*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2841/1/AGRONOMIA - Final Rivero Ruiz.pdf>
- Ruiz, N. (2022). “Evaluación de la adaptabilidad de cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.” 8.5.2017, 2003–2005.
- Saavedra, G., Corradini, F., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, P., & Sepúlveda, P. (2017). *Manual de producción de L echuga*.
- Sadeghi, S., Rahnavard, A., & Ashrafi, Z. Y. (2009). The effect of plant density and sowing date on yield of Basil (*Ocimum basilicum* L.) in Iran. *Journal of Agricultural Technology*, 5(2), 413–422.
- Vasquez, B. (2021). Facultad de ciencias agropecuarias carrera de ingeniería agronómica. *Universidad Técnica de Machala*, 1–67. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15166>

ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno



Anexo 2. Instalación de sistema de riego



Anexo 3. Trasplante de plántulas de lechuga



Anexo 4. Planta a los 20 días



Anexo 5. Primer deshierbe



Anexo 6. Toma de datos de los riegos



Anexo 7. Cosecha



Anexo 8. Toma de datos del peso del repollo



Anexo 9. Diámetro del repollo



Anexo 10. Análisis de varianza para la variable peso del repollo al momento de la cosecha

PESO

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²</u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
PESO	15	0,79	0,63	13,04	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	256334,40	6	42722,40	5,01	0,0203
BLOQUES	38103,72	4	9525,93	1,12	0,4127
TRATAMIENTOS	218230,68	2	109115,34	12,79	0,0032
Error	68255,18	8	8531,90		
Total	324589,58	14			

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable diámetro del repollo al momento de la cosecha

DIÁMETRO

Variable N R² R² Aj CV
 DIÁMETRO 15 0,75 0,56 6,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,34	6	3,39	3,94	0,0391
BLOQUES	5,37	4	1,34	1,56	0,2740
TRATAMIENTOS	14,96	2	7,48	8,70	0,0099
Error	6,88	8	0,86		
Total	27,22	14			

Anexo 12. Toma de datos del peso del repollo (g)

TRATAMIENTO	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
H1	590,1	341,40	461,20	669,80	662	2724,5	544,9
H2	823,4	849,4	781,5	853,7	853,6	4161,6	832,32
H3	727,9	741,44	765,8	647,4	856,8	3739,34	747,868

Anexo 13. Toma de datos del diámetro del repollo (cm)

TRATAMIENTO	REPETICION					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
H1	13,30	11,33	12,41	13,63	14,38	79,43	15,886
H2	15,55	15,56	13,71	16,34	15,81	92,78	18,556
H3	13,58	14,63	15,1	14,29	15,79	89,18	17,836