



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca Sativa*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN LAS TERRAZAS DE FORMACIÓN LENTA EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2022”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros Agrónomos

Autores:

Chisaguano Quishpe Erick Gaspar

Maigua Vilca Javier Alexander

Tutora:

Ilbay Yupa Mercy Lucila

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Erick Gaspar Chisaguano Quishpe, con cédula de ciudadanía No. 055025991-5 y Javier Alexander Maigua Vilca, con cédula de ciudadanía No. 050461987-5, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2022” siendo la Ingeniera. Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupay, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Erick Gaspar Chisaguano Quishpe
Estudiante
CC: 055025991-5

Javier Alexander Maigua Vilca
Estudiante
CC: 050461987-5

Ing.. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.
Docente Tutora
CC: 060414790-0

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Erick Gaspar Chisaguno Quishpe**, identificado con cédula de ciudadanía 055025991-5 de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2018 - Agosto 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniera Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa

Tema: “Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2022”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comuniquen, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de agosto del 2022.

Erick Gaspar Chisaguano Quishpe
EL CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **JAVIER ALEXANDER MAIGUA VILCA**, identificado con cédula de ciudadanía **050461987-5** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2018 - Agosto 2018

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 13 de mayo del 2022

Tutor: Ingeniera Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa

Tema: “Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2022”

CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comuniquen, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de agosto del 2022.

Javier Alexander Maigua Vilca
EL CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca Sativa*) A LA APLICACIÓN DE TRES LAMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN LAS TERRAZAS DE FORMACIÓN LENTA EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2022”, de Chisaguano Quishpe Erick Gaspar y Maigua Vilca Javier Alexander, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupay, Ph.D.

DOCENTE TUTORA

CC:0604147900

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Chisaguano Quishpe Erick Gaspar y Maigua Vilca Javier Alexander, con el título del Proyecto de Investigación: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca Sativa*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN LAS TERRAZAS DE FORMACIÓN LENTA EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2022”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Guido Yauli Chicaiza, Mg.
CC: 050160440-9

Lector 2
Ing. Jorge Troya Sarzosa, Ph.D.
CC: 050164556-8

Lector 3
Ing. Wilman Chasi Vizuete, Mg.
CC:050240972-5

AGRADECIMIENTO

Esta tesis y el resultado de mi formación, se la debo agradecer primeramente a Dios por darme vida, salud y fuerzas para dar lo mejor de mi día tras día durante mi vida estudiantil.

A mi familia, agradezco por su apoyo incondicional, por creer en mí y brindarme su confianza además de los consejos que me ofrecen y que hoy en día en día gracias a su ejemplo se ven reflejados al cumplir una meta anhelada.

A la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas dándome la oportunidad de formarme como persona y como un profesional.

A todo el cuerpo de docentes de la carrera de Agronomía, que impartió sus conocimientos y enseñanzas que me ha servido para crecer día a día como profesional.

A la Ing. PhD. Mercy Lucili Ilbay Yupay, Mg., por la paciencia, dedicación y esfuerzo, quien con sus conocimientos y experiencia me motivo a finalizar este proyecto de titulación

Chisaguano Quishpe Erick Gaspar

AGRADECIMIENTO

Esta tesis y el resultado de mi formación, se la debo agradecer primeramente a Dios por haberme dado el don de la vida y la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Agradezco a mi familia, por su apoyo incondicional, por creer en mí y brindarme su confianza además de los consejos que me ofrecen y que hoy en día en día gracias a su ejemplo se ven reflejados al cumplir una meta anhelada.

A la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas dándome la oportunidad de formarme como persona y como un profesional.

A todo el cuerpo de docentes de la carrera de Agronomía, que impartió sus conocimientos y enseñanzas que me ha servido para crecer día a día como profesional.

A la Ing. PhD. Mercy Lucili Ilbay Yupay, Mg., quien me brindo su colaboración permanente durante el transcurso de este trabajo investigativo.

Maigua Vilca Javier Alexander

DEDICATORIA

A Dios por brindarme fortaleza de seguir luchando por mis metas y guiarme en el camino.

A mis padres Edison y Gladys quienes con su sacrificio me supieron ayudar me supieron inculcar enseñanzas y valores, a mis hermanos que me apoyaron para cumplir este sueño con sus consejos e ideas que fueron lo que estimularon y aportaron incondicionalmente para la culminación de la carrera.

Chisaguano Quishpe Erick Gaspar

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mis padres, quienes día a día se han esforzado para hacer de mí una persona útil para la sociedad y la patria y así poder llegar a obtener mi tan anhelado título de Ingeniero Agrónomo.

Maigua vilca Javier alexander

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca Sativa*) A LA APLICACIÓN DE TRES LAMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN LAS TERRAZAS DE FORMACIÓN LENTA EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2022”

AUTORES: Chisaguano Quishpe Erick Gaspar
Maigua Vilca Javier Alexander

RESUMEN

El aumento de la escasez hídrica ha reducido la disponibilidad de agua en la zona andina ecuatorial. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo de estudio la evaluación de la respuesta del cultivo de lechuga (*lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. realizado durante el periodo de abril-agosto del 2022. Los tratamientos consistieron en aplicar una lámina al 100% de evapotranspiración del cultivo (testigo) y dos laminas deficitarias; al 80% y 60% de evapotranspiración del cultivo (ETc), bajo riego localizado de alta frecuencia en el cultivo de lechuga, variedad crespa. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados permitieron identificar que la fase vegetativa y rendimiento del cultivo se ven afectados por el déficit hídrico ($p=0.05$), pero no hubo diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento ($p=0.05$). Se puede concluir que existe una proporcionalidad directa entre el contenido de humedad en el suelo y rendimiento total obtenido; es así que al 100% de evapotranspiración del cultivo de lechuga, el rendimiento fue mayor pasando de 63,99 Tm/ha a 31,99 Tm/ha cuando se le reduce el 40% de su requerimiento hídrico. No obstante, la lámina de riego al 100% de Etc es el más eficiente en el uso del agua, es así que 1 m³ de agua permite producir 64,76 kg de lechuga crespa. Finalmente se pudo concluir que la rentabilidad mediante beneficio – costo arrojaron que el tratamiento al (100% de ETc) es en el que mayores beneficios se obtiene y el tratamiento con el (60% de ETc) no se obtiene beneficios económicos. El uso del riego por goteo de alta frecuencia constituye una medida sostenible de optimización del manejo del riego en situaciones de escasas de agua o a su vez, se podría aumentar áreas de cultivo, sin que se incremente la disponibilidad de agua de riego

Palabras clave: cultivo de lechuga crespa, evapotranspiración del cultivo, riego deficitario y eficiencia del uso del agua.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca Sativa*) A LA APLICACIÓN DE TRES LAMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN LAS TERRAZAS DE FORMACIÓN LENTA EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2022”

AUTORES: Chisaguano Quishpe Erick Gaspar
Maigua Vilca Javier Alexander

ABSTRACT

Increasing water scarcity has reduced water availability in the equatorial Andean zone. The purpose of this research study was to evaluate the response of the lettuce crop (*Lactuca sativa*) to the application of three deficit irrigation layers on the slow-forming terraces of the Salache campus, Latacunga canton, Cotopaxi province, carried out during the period April - August 2022. The treatments consisted of applying one sheet at 100% of crop evapotranspiration (control) and two deficit sheets; at 80% and 60% of crop evapotranspiration (ETc), under high-frequency localized irrigation in the lettuce, 'crespa' variety. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. The results showed that the vegetative phase and yield of the crop were affected by water deficit ($p \leq 0,05$), but there were no significant differences in the percentage of crop yield ($p \leq 0,05$). It can be concluded that there is a direct proportionality between soil moisture content and the total yield obtained; thus, at 100% evapotranspiration of the lettuce crop, the yield was higher, going from 63.99 Tm/ha to 31.99 Tm/ha when 40% of its water requirement was reduced. However, irrigation at 100% Etc is the most efficient in the use of water, since 1 m³ of water allows the production of 64.76 kg of 'crespa' lettuce. Finally, it was concluded that the cost-benefit analysis showed that the treatment at (100% ETc) is the one in with the greatest benefits and the treatment at (60% of ETc) does not provide economic benefits. The use of high-frequency drip irrigation constitutes a sustainable measure for optimizing irrigation management in situations of water scarcity or, at the same time, it could increase crop areas without increasing the availability of irrigation water.

KEYWORDS: 'crespa' lettuce crop, crop evapotranspiration, deficit irrigation, water use efficiency.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xxiv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xxiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xxiv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4.1.1 Beneficiarios directos	4
4.1.2 Beneficiarios indirectos	4
5. PROBLEMÁTICA.....	4
6. OBJETIVOS	5

6.1.1	Objetivo General:	5
6.1.2	Objetivos Específicos:	5
7.	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8.	HIPOTESIS.....	7
8.1	HIPOTESIS NULA (ho)	7
8.2	HIPOTESIS ALTERNANTE (ha)	7
	Aporte Teórico.....	7
9.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	8
9.1	GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (<i>Lactuca sativa L.</i>)..	8
9.1.1	Origen.....	8
9.1.2	Descripción Taxonómica	8
9.2	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	9
9.2.1	Raíz	9
9.2.2	Hojas	9
9.2.3	Variedad	9
9.3	EXIGENCIAS DEL CULTIVO	9
9.3.1	Clima	9
9.3.2	Suelo.....	10
9.3.3	Agua.....	10
9.3.4	Rascadillo	10
9.3.5	Medio aporque y aporque	10
9.3.6	Fertilización	10
9.3.7	Requerimiento hídrico	11
9.4	DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL CULTIVO.....	11
9.4.1	La Etapa De Plántula	11

9.4.2	Estado Vegetativo.....	11
9.4.3	Estado De Floración Y Maduración.....	12
9.5	TIPOS DE RIEGO.....	12
9.5.1	Riegos por aspersión.....	12
9.5.2	Riego por inundación.....	12
9.5.3	Riego Por Goteo.....	12
9.5.4	Riego en el Cultivo de Lechuga	13
9.5.5	Estimación Del Ahorro En El Uso Del Agua	13
9.5.6	Riego Deficitario	13
9.5.7	Riego Deficitario De Alta Frecuencia	13
9.5.8	Eficiencia del Uso del Agua (EUA).....	13
9.6	BASES CIENTÍFICAS Y TEÓRICAS DE LA TEMÁTICA.....	14
9.6.1	Evapotranspiración	14
9.7	PROCESO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN	14
9.7.1	Evaporación	14
9.7.2	Transpiración	14
9.7.3	Evapotranspiración	14
9.7.4	Concepto de evapotranspiración.....	15
9.7.5	Evapotranspiración del Cultivo de Referencia (ETo).....	15
9.7.6	Evapotranspiración del Cultivo (ETc).....	15
9.7.7	Tanque Evaporímetro	15
10.	METODOLOGÍA.....	16
10.1	LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	16
10.2	PARÁMETROS CLIMÁTICOS DE LA ZONA	16
10.2.1	Tanque evaporímetro clase A.....	17
10.2.2	Pluviómetro.....	17

10.3	MATERIALES.....	18
10.3.1	Materiales de campo.....	18
10.4	MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
10.5	MÉTODOS	18
10.5.1	Método deductivo.....	18
10.5.2	Método inductivo	18
11.	VARIABLES	19
11.1.1	Variable Dependiente:	19
11.1.2	Variable Independiente:.....	19
12.	ESTADÍSTICA INFERENCIAL.....	19
12.1.1	Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	19
12.1.2	Diseño Experimental	19
12.1.3	Esquema del análisis de varianza.....	20
12.1.4	Diseño balanceado.....	20
12.1.5	Factor en Estudio.....	20
12.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	21
12.3	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	21
12.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS	21
12.5	COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO	22
12.6	PARÁMETROS DE RIEGO.....	22
12.6.1	Evapotranspiración de Referencia (ET _o)	22
12.6.2	Evapotranspiración del Cultivo o Real (ET _c).....	23
12.7	COEFICIENTE DE CULTIVO (K _c).....	23
12.8	LAMINAS DE RIEGO A PLICAR	23
12.8.1	Lamina Neta.....	23
12.8.2	Determinación de la Precipitación Efectiva	24

12.8.3	Lamina Bruta	24
12.8.4	Eficiencia del Sistema de Riego	25
12.8.5	Relación Transpiración (RT).....	25
12.8.6	Coeficiente de Uniformidad (CU)	25
12.9	TIEMPO DE RIEGO	27
12.9.1	Precipitación del Emisor	27
12.9.2	Porcentaje de Área Bajo Riego.....	28
12.9.3	Diámetro del Bulbo Húmedo	28
12.10	FRECUENCIA DE RIEGO	29
12.11	VOLUMEN DE AGUA.....	29
12.11.1	MANEJO AGRONÓMICO DEL ENSAYO	29
12.12	Labores pre – Culturales	29
12.12.1	Preparación del Suelo.....	29
12.12.2	Trazado del terreno	30
12.12.3	Trasplante	30
12.13	Labores pre – Culturales	30
12.13.1	Riego.....	30
12.13.2	Fertirriego.....	30
12.13.3	Control de malezas.....	31
12.13.4	Cosecha	31
12.14	VARIABLES A EVALUARSE	31
12.14.1	Porcentaje de mortalidad	31
12.14.2	Numero de hojas	32
12.14.3	Altura de la hoja.....	32
12.14.4	Diámetro ecuatorial.....	32
12.14.5	Peso del repollo con raíz.....	32

12.14.6	Peso del repollo sin raíz.....	32
12.14.7	Días a la cosecha.....	32
12.14.8	Rendimiento en el campo	32
12.14.9	Vigor de la planta.....	33
12.14.10	Rendimiento total	33
12.14.11	Análisis económico.....	33
12.14.12	Egresos	33
12.14.13	Ingresos.....	33
12.14.14	Beneficio neto (BN).....	33
12.14.15	Rentabilidad	34
12.14.16	Eficiencia del uso de agua.....	34
13.	RESULTADOS Y DISCUSION	34
13.1	CARACTERISTICAS DEL SUELO	34
13.1.1	Análisis de suelo.....	34
13.2	CONDICIONES CLIMATICAS	34
13.3	PARAMETROS DE RIEGO.....	35
13.3.1	Evapotranspiración de referencia (ET _o) y Evapotranspiración del cultivo (ET _c)	35
13.4	EVALUACION DEL SISTEMA DE RIEGO	35
13.4.1	Determinación de los Diámetros y Profundidades de los Bulbos Húmedos	36
13.5	LAMINA DE RIEGO A APLICAR	36
13.5.1	Necesidades Netas y Brutas del Cultivo.....	36
13.5.2	Tiempo de riego	38
13.6	VARIABLES EVALUADAS.....	39
13.6.1	Porcentaje de prendimiento a los 15 días	39
13.6.2	Número de la hoja	40

13.6.3	Altura de la planta a los 70 días.....	42
13.6.4	Peso con raíz	43
13.6.5	Peso sin raíz	44
13.6.6	Diámetro ecuatorial	46
13.6.7	Días a la cosecha	47
13.6.8	Vigor de la planta	48
13.6.9	Rendimiento total	50
13.6.10	Análisis costo-beneficio para una hectárea	52
13.6.11	Eficiencia del uso del agua	52
14.	CONCLUSIONES.....	52
15.	RECOMENDACIONES	53
16.	BIBLIOGRAFIA	53
17.	ANEXOS	58
	Anexo 1. Técnica de Toma y Remisión de Muestras de Suelo.....	58
	Anexo 2. Componentes del sistema de riego.....	59
	Anexo 3. Coeficiente del tanque evaporímetro (Kp)	60
	Anexo 4. Diámetro del bulbo húmedo	61
	Anexo 5. Cosecha	61
	Anexo 6. Análisis de suelo químico	62
	Anexo 7. Análisis físico.....	63
	Anexo 8. Información climática de la zona.....	64
	Anexo 9. Coeficiente basal del cultivo Kc.....	65
	Anexo 10. Evaporación, precipitación.....	65
	Anexo 11. Evaluación del diámetro y profundidad del bulbo húmedo	67
	Anexo 12. Comportamiento de la evapotranspiración, evapotranspiración del cultivo de referencia (ET _o) y evapotranspiración del cultivo (ET _c).....	68

Anexo 13. Comparación del tratamiento al déficit	71
Anexo 14. Tiempo de riego por tratamiento durante el ciclo del cultivo	72
Anexo 15. Volumen de riego aplicado durante el ciclo del cultivo	74
Anexo 16. Aval de traducción.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	5
Tabla 2. Ubicación geográfica.....	16
Tabla 3. Parámetros climáticos de la zona	17
Tabla 4. Esquema del análisis de varianza.	20
Tabla 5. Tratamientos en estudio.....	20
Tabla 6. Escala Vigor de la planta de lechuga.....	33
Tabla 7. Coeficiente de uniformidad (CU) y eficiencia del sistema de riego	35
Tabla 8. Dimensiones del bulbo húmedo y profundidad de bulbos húmedos	36
Tabla 9. Análisis de varianza para porcentaje de supervivencia	39
Tabla 10. Análisis de varianza para el número de hojas a los 70 días.....	40
Tabla 11. Análisis de varianza para altura de la hoja a los 70 días	42
Tabla 12. Análisis de varianza para altura de la hoja a los 70 días	43
Tabla 13. Análisis de varianza peso sin raíz.....	45
Tabla 14. Análisis de varianza diámetro ecuatorial	46
Tabla 15. Análisis de varianza para días a la cosecha.....	47
Tabla 16. Análisis de varianza para el vigor de la planta	49
Tabla 17. Análisis de varianza para el rendimiento total.....	50
Tabla 18. Análisis económico basado en la relación beneficio costo.....	52
Tabla 19. Eficiencia del uso del agua	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comportamiento de la Evapotranspiración de Referencia (ET _o) y Evapotranspiración del cultivo (ET _c)	35
Gráfico 2. Lamina bruta.....	36
Gráfico 3. Lamina neta	37
Gráfico 4. Tiempo de riego en horas al día	38
Gráfico 5. Volumen de Riego	38
Gráfico 6. Porcentaje de prendimiento.....	40
Gráfico 7. Número de hojas	41
Gráfico 8. Altura de planta.....	42
Gráfico 9. Peso con raíz.....	44
Gráfico 10. Peso sin raíz	45
Gráfico 11. Diámetro ecuatorial	46
Gráfico 12. Días a la cosecha	48
Gráfico 13. Vigor de la planta.....	49
Gráfico 14. Rendimiento.....	51

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ejemplo de Diseño de Bloques al Azar (DBCA).....	7
Imagen 2. Necesidades de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de los puntos de medición en la obtención del Coeficiente de Uniformidad en cada unidad experimental.	27
---	----

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los **antecedentes** de este proyecto se dieron por lo expuesto en el artículo 21 del Reglamento de Trabajo de Titulación de Posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi, corresponde a la línea de investigación: Administración y economía.

Título

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa*) A LA APLICACIÓN DE TRES LAMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN LAS TERRAZAS DE FORMACIÓN LENTA EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2022”

Fecha de inicio:

Octubre del 2021

Fecha de finalización: Agosto del 2022

Lugar de ejecución. Parroquia Ignacio Flores-Cantón Latacunga-Provincia Cotopaxi.

Unidad Académica que auspicia Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Agronomía

Proyecto de Investigación vinculado: Proyecto de desarrollo local Equipo de Trabajo

Tutor: Ing.Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupay

Autores: Chisaguano Quishpe Erick Gaspar

Maigua Vilca Javier Alexander

Lector A: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.

Lector B: Ing. PhD. Jorge Fabián Troya Sarzosa

Lector C: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

Teléfono: 0998631319

Correos electrónicos: erick.chisaguano9115@utc.edu.ec

javier.miagua9875@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura- Agricultura, silvicultura y pesca- Agronomía

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural.

Sub línea de investigación de la Carrera:

Agua y suelos

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

Proyecto de vinculación:

Cambio climático

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se realizó en las terrazas del Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicado en el Cantón Latacunga, con el propósito de evaluar las frecuencias de riego deficitario al 100%, 80% y 60% de evapotranspiración del cultivo (ETc), bajo riego localizado de alta frecuencia en el cultivo de lechuga, variedad crespa.

Para la implementación de este proyecto se realizó un análisis físico de suelo ejecutado en el Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias INIAP, en base a los resultados se realizó un adecuado manejo técnico y se determinó los nutrientes necesarios para el cultivo, con el fin de mejorar las propiedades físicas del suelo.

La aplicación del abonado base al suelo se la hizo mediante la incorporación de ecoabonza antes de las labores de siembra del cultivo con la finalidad de mejorar la estructura y textura de suelo, para la fertilización se implementó Nitrato de amonio y monopotassium phosphate durante ocho semanas hasta finalizar su periodo vegetativo con el propósito de mejorar el desarrollo de la planta.

Con la implementación de tres frecuencias de riego deficitario (100%, 80%, 60%) y tres repeticiones, nos permitió evaluar el comportamiento que causa cada uno de ellos en nuestro cultivo, de esa manera podremos determinar la dosis y frecuencia correcta de aplicación que mejor resultados nos brinde, según los datos que se tomaron se podrá determinar cuál es el mejor tratamiento.

Para el análisis estadístico se implementó es un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 tratamientos con tres repeticiones.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se enfocará en la evaluación a la respuesta del cultivo de lechuga crespa a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en el Campus Salache, con el fin de determinar el adecuado manejo del agua y mejorar la eficiencia del uso del agua en el ámbito agrícola.

El suministro de agua adecuado resulta esencial para el manejo hídrico que requiere un cultivo, si deseamos que la agricultura andina siga proporcionando beneficios sociales, medio ambientales y económicos; es necesario cambiar la forma de pensar sobre el uso del agua en la agricultura, así conservar y aumentar la productividad agrícola.

Por lo tanto, es importante evaluar la respuesta del cultivo de lechuga mediante la aplicación de volúmenes de riego deficitarios de diferentes láminas de alta frecuencia para comprender los efectos en la producción y reducir costos en la economía familiar del agricultor, resultados que nos permitirán desarrollar propuestas locales de manejo eficiente del agua de riego, sustentado en una base técnicas, donde estas tecnologías de producción se adapten a las condiciones edafoclimáticas del lugar.

Los principales problemas que enfrenta los recursos hídricos son, la contaminación y el cambio medioambiental, que influyen directamente en los sistemas biológicos y por lo tanto en la accesibilidad al agua, entornos y en la accesibilidad al agua.

La sostenibilidad en la producción de alimentos depende del agua, en forma de precipitaciones sino también, fundamentalmente, en forma de recursos hídricos disponibles para el riego, ya que los cultivos bajo riego producen, en promedio, entre 2 y 3 veces más que los cultivos dependientes de la lluvia.

Un suministro suficiente de agua es fundamental suponiendo que la agricultura andina va a seguir dando ventajas sociales, ecológicas y financieras; donde es importante incidir significativamente en la manera de contemplar el agua en la agricultura y poner el foco en la agricultura y en la expansión de la eficiencia del agua.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1.1 Beneficiarios directos

- Docentes y Estudiantes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Docentes y estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica y sectores priorizados de la institución.

4.1.2 Beneficiarios indirectos

- Personas de los sectores agrícolas.

5. PROBLEMÁTICA

El mundo de la agricultura ha venido sufriendo grandes pérdidas tanto en producción como en desarrollo de los cultivos debido al mal uso de agua y la indiscriminada aplicación de agroquímicos y prácticas de cultivo convencional alrededor de todo el mundo, desestabilizando en cierto porcentaje las tierras cultivables.

En Cotopaxi, el cultivo lechuga es fuente de alimento e ingresos para las familias campesinas. Según el Ministerio de Agricultura, Ecuador cuenta con 1.145 hectáreas de lechuga con un rendimiento promedio de 7.928 (kg/ha). La producción en Cotopaxi (481 hectáreas) está

amenazada por la sequía, lo que resulta en pérdidas de cosechas y rendimientos muy bajos. La poca disponibilidad de agua la baja productividad y la escasez de mano de obra en la zona son causas principales para buscar sistema de riegos eficientes (López-López et al., 2009).

A medida que crece la población humana, la presión sobre el recurso agua aumenta, dada la necesidad de satisfacer las demandas en las actividades agropecuarias, industriales y urbanas. El uso de agua ha doblado la tasa de crecimiento de la población durante el último siglo. Entonces nos preguntamos ¿Hay formas de enfrentar el problema si la población sigue aumentando? Esto a su vez conlleva a una mayor demanda de alimentos, los cuales requieren más agua para producirlos (Velásquez, 1992).

6. OBJETIVOS

6.1.1 Objetivo General:

- Evaluar la respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi para desarrollar una propuesta de manejo eficiente del agua.

6.1.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo por efecto de las láminas de riego aplicadas.
- Determinar qué tratamiento ofrece los mejores resultados de productividad.
- Calcular la rentabilidad, mediante la relación beneficio – costo; así como la eficiencia de cada tratamiento a través de los indicadores.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
			N

<ul style="list-style-type: none"> Determinar el comportamiento agronómico del cultivo por efecto de las láminas de riego aplicadas. 	<p>Distribución de las repeticiones en los diferentes tratamientos</p> <p>Evaluó de los diferentes tratamientos de la plantación lechuga crespa.</p>	<p>Conocer el efecto de las láminas de riego aplicadas</p>	<p>Libreta de campo</p> <p>Fotografías</p> <p>Matrices</p>
<ul style="list-style-type: none"> Determinar qué tratamiento ofrece los mejores resultados de productividad. 	<p>Elaboración del diseño experimental en el campo en base a las variables independientes.</p>	<p>Constatar los resultados obtenidos de productividad en cada uno de los tratamientos.</p>	<p>Libreta de campo</p> <p>Fotografías</p> <p>Matrices</p>
<ul style="list-style-type: none"> Valorar la rentabilidad, mediante la relación beneficio – costo; así como la eficiencia de cada tratamiento a través de los indicadores. 	<p>En base a los resultados obtenidos se desarrollarán indicadores de productividad agronómica del cultivo de lechuga frente a diferentes láminas de riego deficitarias</p>	<p>Conocer los costos de ingresos y egresos de la lechuga.</p> <p>La relación beneficio costo de este cultivo.</p>	<p>Análisis costo beneficio</p>

Elaborado por: Chisaguano & Maigua. (2022)

8. HIPOTESIS

8.1 HIPOTESIS NULA (h_0)

La respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) es la misma para las tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi para desarrollar una propuesta de manejo eficiente del agua.

Imagen 1. Ejemplo de Diseño de Bloques al Azar (DBCA)

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA TRATAMIENTOS Y BLOQUES

Tratamientos		Bloques	
$H_0: \sum_{i=1}^t t_i = 0$	$H_0: \sigma_t^2 = 0$	$H_0: \sum_{j=1}^r \beta_j = 0$	$H_0: \sigma_\beta^2 = 0$
$H_a: \sum_{i=1}^t t_i \neq 0$	$H_0: \sigma_t^2 \neq 0$	$H_0: \sum_{j=1}^r \beta_j \neq 0$	$H_0: \sigma_\beta^2 \neq 0$
Modelo 1 Fijo	Modelo 2 Aleatorio	Modelo 1 Fijo	Modelo 2 Aleatorio

Fuente: (Lopez, 2015)

8.2 HIPOTESIS ALTERNANTE (h_a)

La respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) es mejor con la lámina al 100% de riego deficitario en las terrazas de formación lenta Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022.

Aporte Teórico

La agricultura es el sector económico en el que la escasez de agua tiene más relevancia. En la actualidad, la agricultura es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo. Bajo la presión conjunta del crecimiento de la población y de los cambios en la dieta, el consumo de alimentos está aumentando en casi todas las regiones del mundo. Se espera que para el año 2050 sea necesario producir 1 billón de toneladas de

cereal y 200 millones de toneladas de carne más al año para poder satisfacer la creciente demanda de alimentos(FAO, 2013).

9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

9.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa L.*).

9.1.1 Origen

Según (Ernesto Casseres, 1980), sostiene que la lechuga es un cultivo que la humanidad domesticó desde hace unos 2 500 años. Su origen se encuentra en las regiones templadas de Europa, Asia y América del Norte. El cultivo de la lechuga comenzó con los egipcios, que producían aceite a partir de sus semillas y fue la representación de una planta sagrada de Min, Dios de la reproducción. De los egipcios el cultivo pasó a los griegos, quienes a su vez lo dieron a conocer a los romanos. Hay registros de que en el año 50 de nuestra era, el escritor romano de temas rurales y agrícolas Columela, escribió sobre diversas variedades de lechugas. Fue tal la importancia que los romanos le dieron a su cultivo que prevalece hasta nuestros días la llamada lechuga romana, de gran importancia, aunque no es el tipo más extendido.

9.1.2 Descripción Taxonómica

Según (Romero, 2016) la clasificación taxonómica de la lechuga es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Spermatophyta

Clase: Dicotiledónea

Orden: Sinandrales

Familia: Compositaceae

Género: Lactucae

Especie: Sativa

Nombre científico: *Lactuca sativa L.*

Nombre vulgar: Lechuga

9.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La lechuga es una planta hortícola que se cultiva desde muy antiguo. De la especie silvestre (*Lactuca virosa*) se han obtenido numerosas variedades que permiten su cultivo a lo largo de todo el año, es una planta anual y autógena, perteneciente a la familia Compositaceae y cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa* L (InfoAgro, 2010).

9.2.1 Raíz

“La raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 30 cm. de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones” (Info Agro, 2011).

9.2.2 Hojas

“Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio, en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde”(Salinas, 2013a).

9.2.3 Variedad

L. sativa var. *crispa* o *intybasea* L.: comúnmente se las conoce como lechugas de hoja o de hoja crespa, de corte o de mata o francesa. Presentan cogollos firmes de hojas resistentes al daño mecánico y tolerante al transporte a largas distancias. No forman cabezas, tienen hojas anchas con margen muy recortado, sueltas y dispersas(Castagnino, 2009).

9.3 EXIGENCIAS DEL CULTIVO

Condiciones agrometeorológicas

Clima: fresco

Temperatura: 6° C- 30° C

Humedad: 90%

Altitud: 800 a 2500 msnm

9.3.1 Clima

La lechuga es una planta de gran adaptabilidad a distintos climas. Puede vivir a temperaturas de 0° C.; pero cuando ésta baja de los 6° C., suele sentir sus efectos, que si persisten ocasionan

lesiones foliares. Por debajo de los 5° C. la lechuga no emite raíces nuevas, pero sí a partir de los 10° C.. No obstante, soporta peor las temperaturas elevadas que las relativamente bajas(Quintero, 2009).

9.3.2 Suelo

La lechuga es una planta que se adapta bien a todo tipo de suelos, excepto los que tengan problemas de encharcamiento, siendo los más idóneos los ricos en materia orgánica y de elevada fertilidad, ligeros y bien drenados(Quintero, 2009). “El pH más apropiado es el de 5,2 a 5,8 en suelos orgánicos y de 5,5 a 6,7 en suelo de origen mineral, pero la lechuga no se da bien en suelos muy ácidos” (Holle Miguel & Montes Alfredo, 1985).

9.3.3 Agua

“Ya se ha dicho que es muy sensible a los excesos de humedad. Su poco desarrollado sistema radicular hace que soporte también mal la sequía, disminuyendo el tamaño de la lechuga” (Quintero, 2009).

9.3.4 Rascadillo

Consiste en remover el suelo, lograr el control oportuno de malezas y permitir que el suelo se airee. Esta labor se lo realiza cada 30 o 35 días después de la siembra cuando las plantas tienen de 10 a 15 cm de altura. Se puede realizar en forma manual con azadón o en forma mecánica con un tiller (Salinas, 2013).

9.3.5 Medio aporque y aporque

Según (Salinas, 2013), esto consiste en arrimar la tierra a las plantas, dejando camellones bien formados. El período óptimo para hacer el aporque depende del desarrollo de la planta, en particular la formación de estolones y la tuberización. Los aporques tienen los propósitos de incorporar una capa de suelo a in de cubrir los estolones en forma adecuada.

9.3.6 Fertilización

La lechuga es una planta exigente en abono potásico, por lo que es necesario cuidar este mecanismo, especialmente en estaciones de temperaturas bajas; por otro lado, hay que evitar el exceso de abono, ya que esto podría prevenir de posibles efectos tóxicos para el crecimiento

de la planta, debido al exceso de sales, esto ayudaría así a conseguir una buena hoja, con una propicia formación de los brotes (Martínez & Garcés, 2010).

9.3.7 Requerimiento hídrico

El requerimiento de riego varía de acuerdo al uso consuntivo, la precipitación, la capacidad de almacenamiento de agua y otros factores, en cualquier periodo la diferencia entre el uso consuntivo y la precipitación efectiva se determina la lámina neta de riego que debe ser aplicada al suelo, por la precipitación que existe en nuestro país la cantidad de agua proporcionada por la lluvia varía entre 0 y 100% del uso consuntivo. Las plantas absorben el agua desde el suelo por medio de sus raíces. Ambos suelo y planta, están sometidos a los efectos de la lluvia, el sol y viento, que generan un mayor o menor grado de evaporación desde el suelo y transpiración de las plantas. Este proceso se le conoce como evapotranspiración (Groot, 2018).

La evapotranspiración de los cultivos es mayor en climas cálidos, ventosos, secos que en los fríos. Esto se refleja claramente con los valores de Kc que se presentan con relación a las diferentes condiciones climáticas (FAO, 2018).

9.4 DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL CULTIVO

9.4.1 La Etapa De Plántula

Según (Sophia Cross, 2021), La etapa de plántula inicia una vez que semilla germina, y dura entre una a dos semanas. Esta es la fase en la que el brote comienza a desarrollarse y la planta se encuentra en su etapa más delicada. Las primeras hojas empiezan a formarse y se comienza a desarrollar el sistema de la raíz. Durante esta etapa es importante que se mantenga el suelo húmedo, pero bien drenado.

9.4.2 Estado Vegetativo

“Después de que la plántula desarrolla sus primeras hojas "verdaderas", comienza el estado vegetativo. Esto dura unos 30 a 45 días, dependiendo de las condiciones climáticas, el suelo y el riego” (Sophia Cross, 2021).

9.4.3 Estado De Floración Y Maduración

Cuando una lechuga pasa el estado vegetativo maduro, entra en la etapa de floración. Durante este tiempo, se producen cambios en la química de las plantas y las hojas se vuelven amargas al gusto. Este período dura otros 30 días, con lo que crece el tallo central. La etapa de semillas se produce durante la preparación de la etapa de floración. Después de que la fase de floración se completa, crecen pequeñas flores que se asemejan a pequeñas margaritas o dientes de león. Las flores se abren por la mañana y cerca de la noche. Las semillas comienzan a madurar alrededor de 11 a 13 días después de que las flores florecen y siguen madurando hasta que las flores mueren. En este momento, la lechuga ya no es comestible y debe ser desechada después de recolectar las semillas (Sophia Cross, 2021).

9.5 TIPOS DE RIEGO

9.5.1 Riegos por aspersión

Según (Camilo Juan, 2015), Es un tipo de riego el cual se utiliza mucho, ya que este riego es constante en relación con el tipo de mercado que se tenga en el momento de la cosecha del mismo

El volumen de agua que se esparza por día depende mucho del tipo de clima en el cual se encuentre el cultivo

9.5.2 Riego por inundación

Es aquel sistema de irrigación superficial, tradicional y poco tecnificado, más utilizado es un sistema de riego para los cultivos de arroz, este tipo de riego se utiliza mucho para tener el suelo húmedo por una cierta cantidad de días (entre 4 y 5 días)(Yupanqui Romario, 2021).

9.5.3 Riego Por Goteo

Según (Ipiales Hidalgo, 2019), expresa que es un método de riego localizado donde el agua es aplicada en forma de gotas que humedecen el área cercana a la planta, es decir, en el área de mayor concentración de las raíces. Este sistema consta de filtros, reguladores de presión, tubos conductores, laterales para bajar la presión y emisores comúnmente denominados “goteros”.

La descarga de los emisores fluctúa en el rango de 2 a 4 litros por hora por cada gotero. Este método, garantiza una mínima pérdida de agua por evaporación o filtración, y es válido para casi todo tipo de cultivos, es así que su nivel de eficiencia alcanza un 90%-95% (FAO, 2018).

9.5.4 Riego en el Cultivo de Lechuga

La mayor parte de las raíces de la lechuga se encuentran en los primeros 30 cm del, de manera que éste debe mantener un buen contenido de humedad. (Salinas, 2013) cita que las lechugas requieren de dos riegos semanales como mínimo dependiendo del tipo de suelo que tenga y de clima en el cual se encuentra el cultivo, riegos ligeros frecuentes causan que las hojas desarrollen rápidamente. El exceso de riego, especialmente en suelos pesados, puede producir enfermedades, crecimiento lento y escaldaduras o quemaduras de los bordes de las hojas

9.5.5 Estimación Del Ahorro En El Uso Del Agua

El ahorro en el uso del agua corresponde generalmente ocurre en el riego por goteo debido a que:

Se reduce las pérdidas de agua por escurrimiento y percolación profunda.

9.5.6 Riego Deficitario

El riego deficitario controlado es una técnica de aplicación de agua, basada en la idea de reducir los aportes hídricos en aquellos periodos fenológicos en los que un déficit hídrico controlado no afecta sensiblemente a la producción y calidad de la cosecha, y de cubrir plenamente la demanda de la planta durante el resto del ciclo de cultivo (González Altozano & J. R. Castel, 2019).

9.5.7 Riego Deficitario De Alta Frecuencia

El riego deficitario de alta frecuencia es una de las alternativas para determinadas circunstancias y determinados cultivos, pero no considera que el déficit hídrico pueda ser más o menos trascendente en función del momento fenológico.

9.5.8 Eficiencia del Uso del Agua (EUA)

Según (INTAGRI S.C., 2008) La eficiencia del uso de agua (EUA), se define por la relación entre los gramos de agua transpirados por un cultivo y los gramos de materia seca producidos.

Las especies más eficientes en el uso de agua producen más materia seca por gramo de agua transpirado. Es de destacar que los cultivos difieren en su capacidad para extraer agua, de acuerdo a su metabolismo, la arquitectura de sus hojas, y el momento del ciclo de crecimiento considerado.

9.6 BASES CIENTÍFICAS Y TEÓRICAS DE LA TEMÁTICA

9.6.1 Evapotranspiración

Según (Velásquez, 1992), Una forma de cuantificar la demanda de agua de los cultivos, producto de los cambios atmosférico es la evaporación la cual considera los siguientes procesos:

9.7 PROCESO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN

9.7.1 Evaporación

Es un proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y es retirada de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficie, tales como lagos, ríos, caminos, suelo y de la vegetación mojada (FAO, 2011).

9.7.2 Transpiración

La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. Los cultivos pierden agua predominantemente a través de las estomas. Estos son pequeñas aberturas en la hoja de la planta a través de las cuales atraviesan los gases y el vapor de agua de la planta hacia la atmósfera. El agua, junto con algunos nutrientes, es absorbida por las raíces y transportada a través de la planta. La vaporización ocurre dentro de la hoja, en los espacios intercelulares, y el intercambio del vapor con la atmósfera es controlado por la abertura estomática. Casi toda el agua absorbida del suelo se pierde por transpiración y solamente una pequeña fracción se convierte en parte de los tejidos vegetales (FAO, 2011).

9.7.3 Evapotranspiración

Es un proceso que resulta de la evaporación del suelo y de la transpiración del suelo y de la transpiración de las plantas en donde actúan simultáneamente parámetros como la radiación

solar y el tipo de cobertura 12 vegetal, por tal razón el comportamiento de la evaporación directa del suelo, y a medida que las plantas crecen y cubren la superficie del suelo la evapotranspiración asumirá un comportamiento influenciado en este caso por la transpiración de las plantas (FAO, 2011).

9.7.4 Concepto de evapotranspiración

El concepto de evapotranspiración incluye dos diferentes definiciones

9.7.5 Evapotranspiración del Cultivo de Referencia (ET_o)

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina ET_o. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas (FAO, 2011).

9.7.6 Evapotranspiración del Cultivo (ET_c)

La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar se denomina ET_c, y se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes (FAO, 2011).

9.7.7 Tanque Evaporímetro

Permite relacionar la evaporación del agua del tanque con la evapotranspiración del cultivo de referencia. La tasa evaporativa de los tanques de evaporación llenos de agua puede ser fácilmente obtenida. En ausencia de lluvia, la cantidad de agua evaporada durante un período (mm/día) corresponde a la disminución de la altura de agua en el tanque en ese período (Velásquez, 1992).

Según (Allen, 2006), Los tanques proporcionan una medida del efecto integrado de la radiación, viento, temperatura y humedad sobre el proceso evaporativo de una superficie abierta de agua. También se distinguen diferencias en la turbulencia, temperatura y humedad

del aire que se encuentran inmediatamente sobre estas dos superficies. La transferencia de calor a través de las paredes del tanque también afecta el balance energético.

10. METODOLOGÍA

10.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache en las terrazas de formación lenta. Su ubicación geográfica está dada por las siguientes coordenadas.

Tabla 2. Ubicación geográfica



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Ubicación geográfica:	
Latitud	-0.933333
Altitud	2.767 m
Longitud	-78.6167 0° 55' 60" Sur, 78° 37' 0" Oeste

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

10.2 PARÁMETROS CLIMÁTICOS DE LA ZONA

La condición meteorológica de la zona de estudio se basó en información de la estación meteorológica Universidad técnica de Cotopaxi (M1238) esta, considerando las variables de

evaporación y precipitación diaria. La zona se encuentra bajo la siguiente influencia climática promedio.

Tabla 3. Parámetros climáticos de la zona

Elemento	x
Temperatura Media (°C)	13,5
Humedad Relativa (%)	85 al 95 %
Precipitación (mm)	29,2
Velocidad del viento (m/s)	6,3
Horas de heliofanía	12 horas

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

10.2.1 Tanque evaporímetro clase A

Permite medir el efecto integrado del clima, estima la evapotranspiración de referencia y obtener valores reales de necesidades hídricas de los cultivos. El tanque de evaporación Clase "A" es circular, tiene un diámetro de 121 cm y una profundidad de 25.5 cm. Es de hierro galvanizado. Se encuentra sobre una plataforma de madera y a 15 cm sobre el nivel el suelo. El nivel del agua del tanque debe mantenerse entre 5 cm y 7.5 cm del borde. el tanque consta de un extraordinario sensor ultrasónico, se monta en un pocillo tranquilizador que permite medir la altura de la capa superficial del agua en el tanque, obteniendo la cantidad de agua evaporada entre diferentes lecturas, pudiendo detectar variaciones de altura de décimas de milímetro (FAO.56, 1999).

10.2.2 Pluviómetro

El pluviómetro es un aparato destinado a medir la cantidad de agua caída, ya sea en forma de lluvia, nieve o granizo, expresada a través de la cantidad de litros o milímetros caídos por metro cuadrado. (Organización Meteorológica Mundial, 2000).

10.3 MATERIALES

10.3.1 Materiales de campo

- Cintas métrica
- Piola
- Estacas
- Azadón
- Pala cuadrada
- rastrillo
- Lápiz
- Cuaderno de campo
- Balanza
- Computadora

10.4 MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene como modalidad un estudio en campo. Por la movilidad intencionada de la variable independiente, a seleccionar tres láminas de riego, puede definirse de tipo experimental.

10.5 MÉTODOS

En este estudio utilizamos los siguientes métodos:

10.5.1 Método deductivo

Parte de aspectos generales de la investigación para tratar situaciones específicas (al momento de buscar información).

10.5.2 Método inductivo

Va de lo partícula a lo general.

Método experimental para manipular variables fundamentada en marcos teóricos.

Método descriptivo, el cual permite explicar y analizar el objeto de la investigación, es decir, cuál fue el comportamiento del cultivo de lechuga a la aplicación de las tres láminas de agua. Este método fue de mucha utilidad en las observaciones realizadas al cultivo, al suelo, agua, etc (Newman, 2020).

Método analítico, es muy útil en la observación de la problemática. Este método se utiliza en toda la investigación.

Método de la observación, en esta investigación fue muy valiosa durante las observaciones que se realizó en el área del experimento.

11. VARIABLES

11.1.1 Variable Dependiente:

Respuesta agronómica del cultivo de lechuga (*Lectuca sativa*): Porcentaje de prendimiento, altura de la planta, numero de hojas, días a la cosecha, diámetro ecuatorial, Peso del repollo, Rendimiento en el campo, análisis económico, Vigor de la planta y días a la cosecha.

11.1.2 Variable Independiente:

Láminas al 100% Evapotranspiración del cultivo (ETc), 80% Evapotranspiración del cultivo (ETc) y 60% Evapotranspiración del cultivo (ETc)

12. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

12.1.1 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos

Se realizó análisis de varianza (ANOVA) y se separaron las medias mediante la prueba de Tukey al 5%.

Se realizó un análisis de beneficio-costos y se determinó la rentabilidad de cada tratamiento estudiado.

12.1.2 Diseño Experimental

En el presente estudio se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres tratamientos incluido el testigo y dos repeticiones. Este modelo considera al campo experimental dividido en tres grupos de tres unidades experimentales (UE) cada uno, donde

las tres es el número de tratamientos (láminas), tales que las unidades experimentales dentro de cada grupo son lo más homogénea posible y las diferencias entre las unidades experimentales (UE) sea dada por estar en diferentes grupos. Los conjuntos son llamados bloques. Dentro de cada bloque las unidades experimentales (UE) son asignadas aleatoriamente, cada tratamiento ocurre exactamente una vez en un bloque, en un total de 9 unidades.

12.1.3 Esquema del análisis de varianza

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variacion	Fórmula	Grados de libertad
Repeticiones	$(R-1)$	2
tratamientos	$(t-1)$	2
error	$(T--1)(R-1)$	4
total		8

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

12.1.4 Diseño balanceado

12.1.5 Factor en Estudio

El factor en estudio es la lámina de riego, el cual ha sido estudiado atreves de tres niveles (tratamientos) que se muestran en la tabla.

Tabla 5. Tratamientos en estudio

tratamiento	laminas
T1(Testigo)	100 % ETc
T2	80 % Etc
T3	60 % Etc

Etc: evotranspiración del cultivo de lechuga y representa el agua que demanda el cultivo.

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

12.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La parcela de ensayo fue de 280 m², de los cuales 135 m² fueron divididos en nueve bloques apartados por 0.50 m. cada unidad de ellas se estableció con tres metros de ancho y cinco metros de largo, separados por pasillos de 0.50 m para un área individual de 15 m², con 8 hileras distanciadas a 0.30 metros y con una separación entre plantas de 0,20 metros. Dando lugar a 200 plantas por unidad experimental y una población total de 1800 plantas totales. El tamaño de la muestra se ha considerado tomando en cuenta el número mínimo de 4 grados de libertad en el error experimental, por ello se establecieron dos repeticiones por cada uno de los tratamientos. El muestreo se realizó de manera sistemática dentro de las parcelas útiles de 12.5 m² y basado en un número de 10 plantas. (Ver anexo 1)

12.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Se realizó un análisis de suelo que contempla los siguientes aspectos contenido de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), porcentaje de materia orgánica, conductividad eléctrica, densidad aparente, textura, capacidad de campo, punto de marchites permanente y pH esto se realizó con el fin de conocer las características físico y químicas, el nivel de fertilidad y proceder a agregar la cantidad requerida de nutrientes al suelo. La recolección de la muestra de suelo se hizo mediante la técnica de toma y remisión de muestras de suelo. Para ello se recolectó 10 sub muestras en diversos sitios siguiendo la forma zig-zag en toda el área del terreno a una profundidad de 15 centímetros. (Ver anexo 1). La muestra resultante fue enviada a el laboratorio del INIAP estación santa catalina.

12.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Para la determinación del comportamiento del clima durante el desarrollo del cultivo de lechuga se registró diariamente datos de la precipitación y evaporación en milímetros (mm/d) de la Estación Agrometeorológica de la Facultad de CAREN de la Universidad Técnica de Cotopaxi (véase en la Tabla 5 del Apéndice). Dicha estación se encuentra ubicada a 800 metros de distancia de la parcela de investigación.

12.5 COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO

La red de riego estaba compuesta desde una llave de paso de una pulgada donde era la entrada hacia el terreno y de ahí se derivaba una tubería de polietileno de una pulgada; que contiene el venturi $\frac{3}{4}$ " SIP 100 litros por hora. De la manguera principal cada 3 metros se derivaban 9 tuberías de polietileno secundarias de $\frac{3}{4}$ " en cada uno de ellos se colocó un juego pequeño compuesto por una montura de $32 \times \frac{3}{4}$ a la manguera principal, tubo PVC 25mm, codo pvc 25x 90, codo negro macho $\frac{3}{4}$, adaptador flex $\frac{3}{4}$ valvula compacta pvc $\frac{3}{4}$ mango rojo, tapón hembra roscado pvc 1 pulgada, adaptador flex 1 pulgada, tapón hembra negro $\frac{3}{4}$, que corresponde a cada uno de los tratamientos.

En cada una de las tuberías secundarias se colocó cintas de goteo marca dripline 16mm 2L/h 20cm, colocadas a una separación de 0.3m entre laterales dando lugar a 8 líneas de goteo por cada unidad experimental de 5 metros de largo. (Ver anexo 2).

12.6 PARÁMETROS DE RIEGO

Se refiere a cuanto y cuando debo regar el cultivo para obtener la máxima eficiencia y productividad, para planificar los riegos es necesario conocer las necesidades es hídricas del cultivo de lechuga crespita (*Lactuca sativa*). Es decir, la necesidad hídrica para su crecimiento óptimo.

12.6.1 Evapotranspiración de Referencia (ET_o)

La evapotranspiración de referencia (ET_o) es un parámetro agro-meteorológico de gran importancia para muchas áreas de estudio, En el presente estudio, Se calculó partir del método del Tanque evaporímetro clase "A", en base a los registros diarios de evaporación como se puede observar en la siguiente ecuación.

$$ET_o \left(\frac{mm}{dia} \right) = E_v \times K_p \quad (1)$$

Dónde:

E_v: Corresponde a la lectura diaria de evaporación de la tina.

K_p: Coeficiente del tanque evaporímetro clase "A". Este valor depende de la velocidad del viento, humedad relativa y distancia del tanque al cambio de cobertura; y se obtuvo a través de

los valores de K_p de la Tabla 10, del Apéndice N. 1. La información climática para deducir este valor se la obtuvo del registro histórico de la zona. (Ver Apéndice 2).

12.6.2 Evapotranspiración del Cultivo o Real (ETc)

Se refiere a la cantidad de agua perdida a través de la evapotranspiración. La necesidad de riego básicamente representa la diferencia entre la necesidad de agua del cultivo y la precipitación efectiva.

Para determinar la evapotranspiración del cultivo de lechuga crespa, se utilizó el procedimiento indicado en la publicación (FAO, 1990), mediante la ecuación siguiente:

$$ETc \left(\frac{\text{mm}}{\text{día}} \right) = ET_o \times Kc \quad (2)$$

Dónde:

ETo: Evapotranspiración de referencia (mm/día).

ETo= Evapotranspiración de referencia en mm.día

Kc: Coeficiente de cultivo de la lechuga crespa, asumiendo los valores de coeficiente de los cultivos de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo, y en cierta medida con la velocidad del viento y la humedad, indicados en la publicación FAO N° 56, titulada “Evapotranspiración del cultivo”: $K_{c\text{inicial}}=0,70$, $K_{c\text{medio}}= 1$, $K_{c\text{final}}= 0,30$. La información completa se puede revisar en la Tabla 12 del Apéndice

12.7 COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)

El Kc representa las diferencias físicas y fisiológicas entre los cultivos y la definición de cultivo de referencia.

12.8 LAMINAS DE RIEGO A PLICAR

12.8.1 Lamina Neta

La lámina neta de riego corresponde a la humedad de déficit. Es la cantidad de agua que debe quedar en la zona de raíces de las plantas, para llevar el suelo a capacidad de campo después de un riego, y que, a su vez corresponderá a la cantidad de agua que puede consumir el cultivo

entre dos riegos consecutivos. Las necesidades netas de riego se determinaron en base a la ecuación 3:

$$N_n = E_{Tc} - P_e = E_{Tc}(\text{ajustada}) \quad (3)$$

Dónde: P_e : Precipitación efectiva (mm/día).

12.8.2 Determinación de la Precipitación Efectiva

Este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo.

Se realizó en base al método de Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, que considera la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{(p_t * (125 - p_t))}{125} \text{ para } P_t < 250 \text{ mm/mensual} \quad (4)$$

Dónde: P_t = precipitación media mensual,

En referencia a esta ecuación y a la precipitación media mensual (P_t) que es de 41,4mm para el periodo 2020 de la Estación mencionada anteriormente (ver tabla 11 del apéndice), se determinó lo siguiente:

$$P_e = 0.80p \quad (5)$$

Donde:

P : es la precipitación diaria neta (mm/d)

12.8.3 Lamina Bruta

Debido a que cuando aplicamos el riego hay pérdidas, que se deben a la eficiencia del riego (E), para los sistemas de riego por goteo se a establecido este valor en $E=0.90$.

La lámina de riego a aplicar se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$N_b = \frac{N_n}{E} \quad (6)$$

N_b = necesidad bruta de riego (mm.)

N_n = necesidades netas (mm.)

E = eficiencia de aplicación (%)

12.8.4 Eficiencia del Sistema de Riego

(Cortés Bracho, 2005), expresa que es un método de riego localizado donde el agua es aplicada en forma de gotas que humedecen el área cercana a la planta, es decir, en el área de mayor concentración de las raíces. Este sistema consta de filtros, reguladores de presión, tubos conductores, laterales para bajar la presión y emisores comúnmente denominados “goteros”. Este método, garantiza una mínima pérdida de agua por evaporación o filtración, y es válido para casi todo tipo de cultivos, es así que su nivel de eficiencia alcanza un 90%-95 % . (Will, 2012)

En fundamento a esto, se considerará la eficiencia del riego por goteo en la siguiente ecuación.

$$E = RT \times CU \quad (7)$$

Donde:

E : Eficiencia del sistema de riego (%)

RT : Relación de transpiración.

CU : Coeficiente de uniformidad (%)

12.8.5 Relación Transpiración (RT)

La relación de transpiración que se utilizó fue de 0.9 (Medina, 2000) por lo tanto la expresión (7) se transformó a:

$$E = 0.9 \times CU \quad (8)$$

12.8.6 Coeficiente de Uniformidad (CU)

Para el presente caso fue fundamental conocer los caudales promedios de los emisores en cada uno de las unidades experimentales, debido a que cada una de ellas tenía su válvula de control independiente:

para determinar la uniformidad de riego de una instalación se selecciona unidades o subunidades de riego. En general se escogen aquellas que trabajen en las condiciones más difíciles para los emisores o donde se detecten problemas a simple vista.

- En cada unidad experimental se seleccionó 4 líneas porta goteros (lateral de riego) más o menos equidistantes, cuya distribución debe ser: al inicio (aguas arriba), a 1/3, a 2/3 y al final de su longitud.
- En cada lateral se escogió 4 goteros, estos goteros también deben estar equidistantemente distribuidos: al inicio, a 1/3, a 2/3 y al final. Véase la figura 1.
- Se midieron los volúmenes de los 16 goteros en un tiempo de cinco minutos en de cada gotero seleccionado. Al finalizar este tiempo medimos el agua con la ayuda de una probeta y luego expresada a litros por hora (l/h), para el cálculo correspondiente.

los valores obtenidos en campo se ordenan y se aplica la fórmula siguiente.

Keller y Karmeli (1975) sugirieron la utilización de la siguiente ecuación, para lo cual se calculó la media de los caudales medidos en todo los emisores seleccionados (q_m) luego se determinó los caudales de los emisores que representan el 25% de los menores valores ($q_{25\%}$) observados con la media total de los caudales para la determinación de la uniformidad de aplicación de agua de sistemas de riego por goteo.

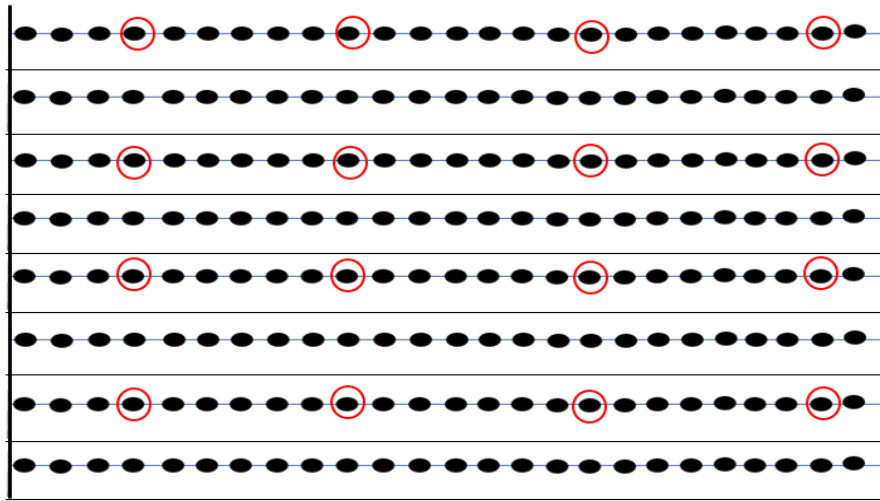
$$CU = 100 \left(\frac{q_{25\%}}{q_m} \right) \quad (9)$$

CU: Coeficiente de uniformidad de distribución (%)

$q_{25\%}$: Valor medio de los 25% menores valores de caudales observados (l/ h)

q_m : Caudal medio del área de riego

Figura 1. Esquema de los puntos de medición en la obtención del Coeficiente de Uniformidad en cada unidad experimental.



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

12.9 TIEMPO DE RIEGO

El tiempo de riego en cada parcela se calcula con la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{Nb}{p} \quad (10)$$

Donde:

Tr: Tiempo de riego (h/día)

Nb: Lámina bruta (mm/día)

P: precipitación del emisor (mm/h)

12.9.1 Precipitación del Emisor

Los emisores o goteros son uno de los elementos fundamentales en un sistema de riego se encargan de descargar el agua al suelo.

Se calculó mediante la metodología propuesta por (Gavilanes, 2014), que considera la ecuación:

$$P = \frac{100 \times q}{de \times 2 \text{ dl} \times par} \quad (11)$$

Dónde:

P: Precipitación del emisor (mm/h).

q: Caudal de un emisor (l/h), promedio.

de: Distancia entre emisores (m).

dl: Distancia entre laterales (m).

Par: Porcentaje de área bajo riego.

12.9.2 Porcentaje de Área Bajo Riego

Relación entre el área humedecida con respecto a el área que se encuentra bajo riego, es expresado en porcentaje. Para el cálculo del porcentaje de área bajo riego, primero se calculó el bulbo húmedo usando la fórmula:

Para riego por goteo se considera la siguiente ecuación:

$$Par = \frac{78.5 \times d^2}{de \times dl} \quad (12)$$

Dónde:

Par: Porcentaje de área bajo riego.

d: Diámetro del bulbo húmedo (m).

de: Distancia entre emisores (m).

dl: Distancia entre laterales (m).

12.9.3 Diámetro del Bulbo Húmedo

El diámetro del bulbo húmedo es la parte del suelo humedecida por un emisor de riego localizado. Cuando un gotero aplica el agua sobre el suelo a medida que va transcurriendo el tiempo el agua se filtra en vertical y en horizontal y comienza a formarse un pequeño charco.

El diámetro de bulbo húmedo se determinó en campo:

- Se eligen tres goteros al azar en distintos sitios para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones
- Se determinó el volumen para el tratamiento del 100 % Evapotranspiración del cultivo (Etc), de este volumen se disminuyó el 20%, y el 40%,

- Se estableció una lámina de 5 mm, considerando una evapotranspiración del cultivo (Etc) de 5 mm/diarios.
- Se determinó el tiempo de la prueba, en base a la lámina anterior - Se perforó un hoyo en cada uno de las zonas humedecidas por el gotero con el propósito de observar y medir el diámetro de cada bulbo, así como sus profundidades (ver anexo 3)

12.10 FRECUENCIA DE RIEGO

La frecuencia de riego está regida por lecturas diarias de la evaporación del tanque evaporímetro clase “A” y el uso del coeficiente del cultivo, lo cual permite manejar la reposición de la lámina de riego en un ciclo determinada de crecimiento del cultivo de lechuga crepa (*lactuca sativa*) lo cual nos permite llegar a la capacidad de campo en cada tratamiento en estudio (Ver tabla 7).

12.11 VOLUMEN DE AGUA

Se determinó el volumen total de riego por ciclo del cultivo para cada tratamiento mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Nb \times Par}{10} \quad (13)$$

Dónde:

V: volumen de agua aplicado (m³ /ha/ciclo)

Nb: Lámina bruta (mm/día)

Par: Porcentaje de área bajo riego (%)

12.11.1 MANEJO AGRONÓMICO DEL ENSAYO

12.12 Labores pre – Culturales

12.12.1 Preparación del Suelo

En la preparación del terreno se utilizó mano de obra humana por el difícil acceso a la terraza de banco, se procedió a la limpieza del lugar del ensayo, remover el suelo y eliminar malas hierbas Luego se aplicó el abono ecoabonaza al suelo, esto para mejorar la estructura del suelo.

12.12.2 Trazado del terreno

Para el trazado del terreno se utilizó una cinta graduada en centímetros para medir y piola para delimitar las parcelas. El área total fue de 280 m², el área útil fue de 135 m², las parcelas de 5 metros de largo por 2.50 metros ancho y separados entre tratamientos de 0.50 metros teniendo 9 tratamientos, se plantaron a una distancia de 0.30 metros entre hilera y entre planta de 0.20 metros teniendo un total de 1800 plantas.

12.12.3 Trasplante

El trasplante se realiza una vez las plantas tienen su segundo par de hojas verdaderas, un día antes se saturó el suelo de agua para la siembra, las plantas de lechuga cresspa son pequeñas y requieren una profundidad de siembra de 0.06 metros al realizar el trasplante es conveniente compactar un poco la tierra alrededor de la planta con los dedos.

12.13 Labores pre – Culturales

12.13.1 Riego

se utilizó riego por goteo desde el inicio de la siembra en base a las lecturas diarias de evaporación del Tanque Evaporímetro Tipo A, datos que permitió calcular la cantidad de agua requerida para reponer el déficit hídrico del cultivo.

12.13.2 Fertirriego

Se tomó la decisión de fertilizar el cultivo y adicionar la cantidad necesaria y adecuada de nutrientes que absorbe la lechuga del suelo,

- Peso de una hectárea de suelo a una profundidad de 15 centímetros considerados para el cultivo de lechuga.
- Disponibilidad de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) por sobre el nivel de reserva.
- Disponibilidad del nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en el área del suelo ocupado por raíces del cultivo.
- Demanda de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para 35 ton/ha de producción.
- Necesidades de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a aplicar como fertilizante.

en la Imagen 2.

Imagen 2. Necesidades de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)

Semanas tras trasplante	Nitrato amónico 33,5 % N		Ácido fosfórico 75%		Nitrato potásico	
	kg/ha	kg/hg	kg/ha	kg/hg	kg/ha	kg/hg
1	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	8	0,66	5	0,42	13	1,08
3	14	1,16	10	0,83	22	1,83
4	28	2,33	20	1,66	44	3,66
5	43	3,57	20	1,66	65	5,40
6	43	3,57	15	1,25	65	5,40
7	57	4,74	10	0,83	87	7,23
8	57	4,74	10	0,83	87	7,23
9	35	2,91	5	0,42	52	4,32
10	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	285	23,68	95	7,89	435	36,15

Fuente: (Cajamar, 2005)

12.13.3 Control de malezas

Para el control de malezas se utilizó las prácticas culturales realizando dos deshierbas la primera a las cuatro semanas y la segunda a las seis semanas después del trasplante.

12.13.4 Cosecha

La cosecha se realizó a los 70 días después del trasplante, el momento adecuado para cosechar las plantas es en la mañana antes de que salga el sol. Según productores de lechuga, debemos revisar regularmente nuestra área que fue cultivada buscando plantas que estén listas para cosechar. el cultivo alcanzo su madurez fisiológica (Ver anexo 4)

12.14 VARIABLES A EVALUARSE

12.14.1 Porcentaje de mortalidad

Se evaluó a los 15 días después del trasplante contando el número de plantas vivas de la parcela útil y se relacionó con el número de plántulas sembradas y su valor se expresó en porcentaje.

$$\%supervivencia = \frac{\text{numeron de plantas vivas}}{\text{numero de plantulas sembradas}} \times 100$$

12.14.2 Número de hojas

Se contó el número de hojas en el primer día de trasplante y a los 15, 30, 45, 60 días después de la siembra

12.14.3 Altura de la hoja

Se midió la altura en centímetros desde la base del suelo hasta el ápice de la planta a los 15, 30, 45, 60 días después de la siembra

12.14.4 Diámetro ecuatorial

Se expresó el perímetro del repollo en cm, para luego obtener el diámetro mediante la fórmula ($D=C/\pi$)

De 10 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento se evaluó el diámetro polar y Ecuatorial del repollo en cm. Esta medición se hizo luego de la cosecha

12.14.5 Peso del repollo con raíz

Se contabiliza el peso promedio en kg de cada uno de los tratamientos

12.14.6 Peso del repollo sin raíz

Se contabiliza el peso promedio en kg de cada uno de los tratamientos

12.14.7 Días a la cosecha

Se determina el número de días a la cosecha a partir del intervalo de tiempo transcurrido, desde el trasplante hasta cuando los repollos alcanzaron aproximadamente el 80% de su madurez comercial, con base en la apariencia de la planta (Morales, 2020).

12.14.8 Rendimiento en el campo

Se determinó el rendimiento en el campo en Kg/ha de cada uno de los tratamientos, para evaluar la productividad.

12.14.9 Vigor de la planta

Se determinó en forma visual a los 25, 50 y 75 días después del trasplante, mediante el establecimiento de una escala arbitraria. (En la que se consideró brillo, color, porte).

Tabla 6. Escala Vigor de la planta de lechuga

Características	Valor
Muy vigorosa	4
Vigorosa	3
Medianamente vigorosa	2
No vigorosa	1

Fuente: Guaman, 2016

12.14.10 Rendimiento total

Realizada la cosecha se pesó la totalidad de las plantas de lechuga de la parcela neta, el promedio obtenido se expresó en kg/ha.

12.14.11 Análisis económico

para la evaluación económica se empleó la relación beneficio/costo.

12.14.12 Egresos

Se consideró cada uno de los gastos que se realizaron en cada uno de los tratamientos.

12.14.13 Ingresos

Se obtuvo la determinación de ingresos tomando en consideración el valor de venta de la lechuga cressa de cada uno de los tratamientos.

12.14.14 Beneficio neto (BN)

Para calcular esta variable se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{BN} = \text{Ingresos bruto} - \text{costos totales área}$$

12.14.15 Rentabilidad

Para calcular la rentabilidad de los tratamientos se utilizó la siguiente formula.

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \frac{\text{ingreso neto}}{\text{costo total}}$$

12.14.16 Eficiencia del uso de agua

Se determinó el uso eficiente del agua (EUA) para cada tratamiento en base a la siguiente formula:

$$EUA = \frac{\text{Rendimiento por unidad de área}}{\text{Agua usada para producir tal rendimiento}}$$

13. RESULTADOS Y DISCUSION

13.1 CARACTERISTICAS DEL SUELO

13.1.1 Análisis de suelo

los resultados del análisis de suelo correspondiente al área de estudio arrogo resultados que el suelo tiene textura (franco), densidad aparente de 1.2 g/cc, capacidad de campo 22.1%, punto de marchites permanente 11.1%, materia orgánica 0.2%, su contenido de N 22ppm, P 17ppm, k 2.7 meq/100g, Ca 20.88 meq/100g, Mg 2.23 meq/100g, su Ph es de 9.28, alcalino, el detalle completo del análisis de suelo lo puede encontrar en el anexo 14

13.2 CONDICIONES CLIMATICAS

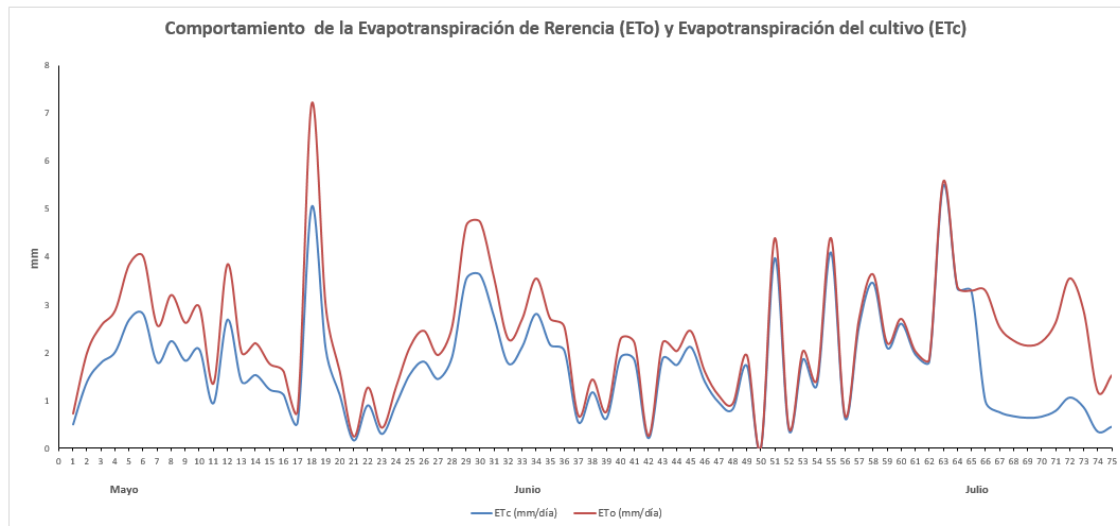
El comportamiento de la precipitación en el arrea de estudio presento un valor máximo de 0 mm para el mes de mayo; 15,1 mm en el mes de junio siendo el máximo de todo el periodo; 2,8 mm para el mes de julio.

El comportamiento de la evaporación en el arrea de estudio presento valores máximos de 4,8 mm en el mes de mayo; de 5,6 mm en el mes de junio de 6,6 mm en el mes de junio siendo este el máximo de todo el periodo; con valores mínimos correspondientes a 0,9 mm en el me de mayo;0.3mm en el mes de junio; 0 en el mes de julio siendo este el menor valor del periodo.

13.3 PARAMETROS DE RIEGO

13.3.1 Evapotranspiración de referencia (ET_o) y Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

Gráfico 1. Comportamiento de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) y Evapotranspiración del cultivo (ET_c)



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

la gráfica (numero 8) nos muestra que la evapotranspiración del cultivo se incrementó del día 21 hasta los 65 días después de la siembra debido al intenso uso del agua por la etapa del desarrollo. Obteniendo un valor promedio de 1,90 mm/día, la variación de referencia y del cultivo se debe a los cambios en las condiciones climáticas, donde los puntos altos corresponden a los días calurosos y los más bajos en días fríos. Ver fuentes de datos en la tabla 7 del apéndice

13.4 EVALUACION DEL SISTEMA DE RIEGO

Tabla 7. Coeficiente de uniformidad (CU) y eficiencia del sistema de riego

Tratamiento	Caudal promedio (l/h)	Coeficiente de Uniformidad (%)	Eficiencia (%)	% de área bajo riego	Precipitación del emisor (mm/h)
T1	1,60	93,1	83,8	50,6	26,3
T2	1,64	94,7	85,2	38,1	35,8
T3	1,58	91,3	82,1	26,5	49,6

Promedio	1,60	93,01	83,71	38,41	37,23
----------	------	-------	-------	-------	-------

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El caudal promedio del sistema es de 1.60 l/h coeficiente de uniformidad es de 93.01% considerado muy bueno en la práctica de diseño del sistema de riego y una eficiencia de 83.71 lo cual es excelente en el rango de eficiencia de descarga del sistema de riego por goteo. Por lo cual es considerado eficiente de acuerdo a los parámetros técnicos del sistema de riego localizado. La información completa se detalla en la tabla 16 del apéndice.

13.4.1 Determinación de los Diámetros y Profundidades de los Bulbos Húmedos

Tabla 8. Dimensiones del bulbo húmedo y profundidad de bulbos húmedos

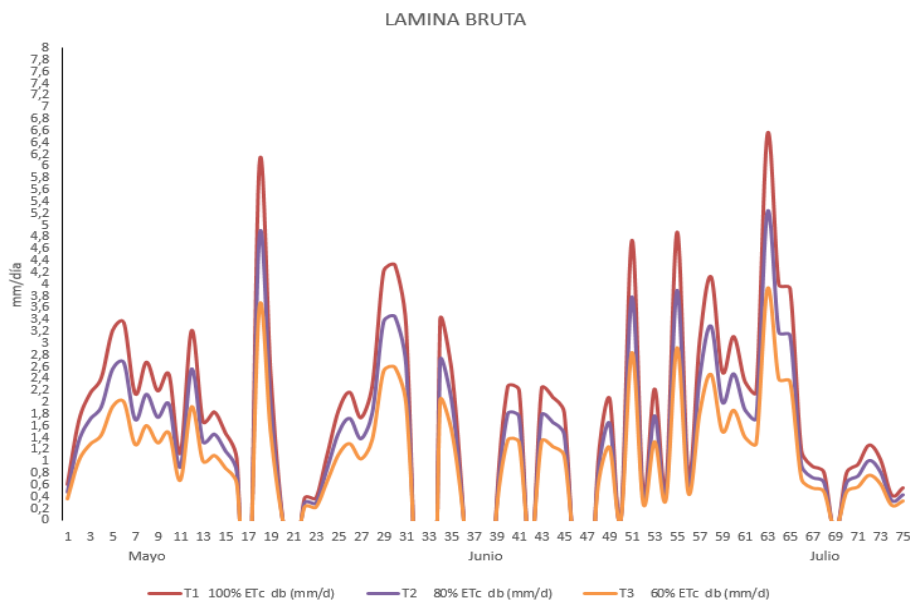
Tratamiento	Diámetro (m)	Profundid (m)
T1: 100% Etc	0,20	0,15
T3 80% Etc	0,17	0,14
T5 60% Etc	0,14	0,13

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

13.5 LAMINA DE RIEGO A APLICAR

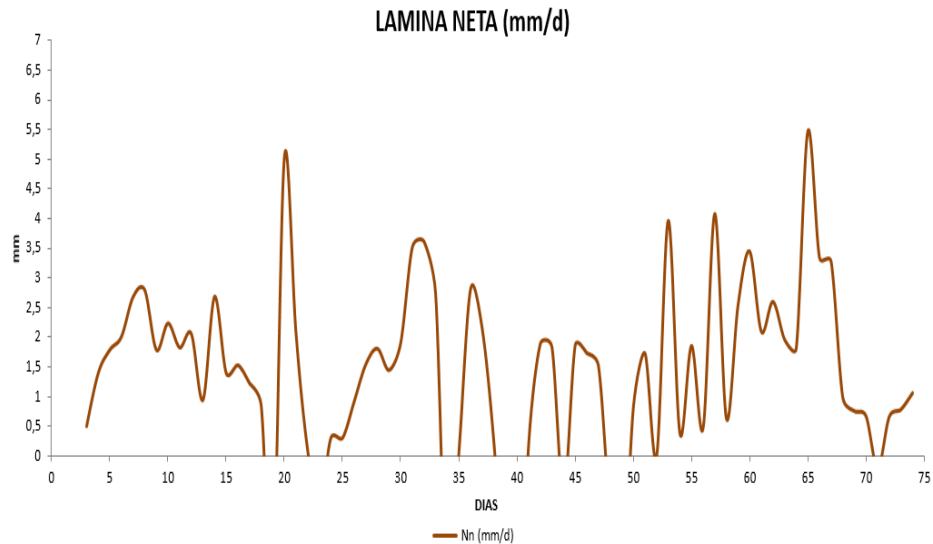
13.5.1 Necesidades Netas y Brutas del Cultivo

Gráfico 2. Lamina bruta



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 3. Lamina neta



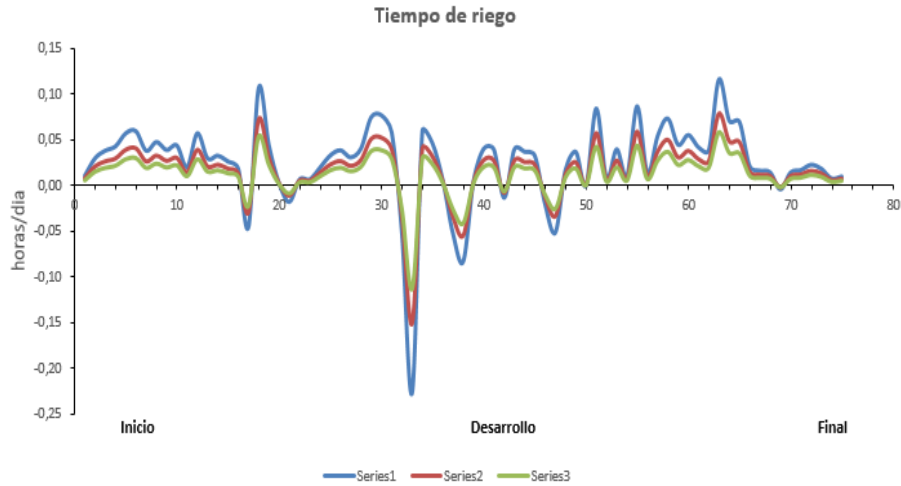
Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El tratamiento 1 (100% de ETc) utilizó un promedio de lámina neta de 1,62 mm/día en la etapa de inicio y la lámina bruta fue de 1,96 mm/día en promedio de la lámina bruta. En base a los datos obtenidos se realizó las reducciones respectivas para cada tratamiento: tratamiento T2 (80% ETc), 1,57 mm/día en T3 (60%ETc), 1,18 mm/día.

En la etapa de desarrollo el promedio de la lámina bruta para T1 (100% de ETc), 1,31mm; en el tratamiento T2 (80% ETc), 1.03 mm y en el tratamiento T3 (60%ETc), 0.77 mm. La fase final del cultivo de lechuga cresa se pudo constatar que su requerimiento disminuye para todos los tratamientos. La información completa se encuentra en la tabla 18 del apéndice.

13.5.2 Tiempo de riego

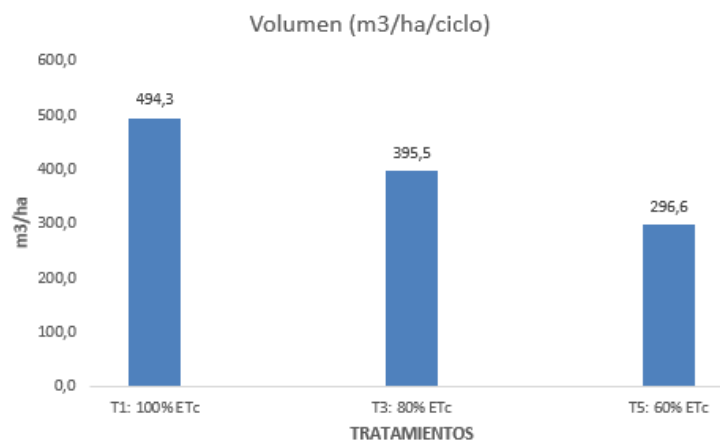
Gráfico 4. Tiempo de riego en horas al día



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

la aplicación del riego en el cultivo de lechuga crespa comenzó desde el primer día de siembras hasta los 70 días después de la siembra, el riego se lo realizó diariamente y se basó en el método del tanque evaporímetro clase “A” el cual considera las lecturas diarias de la tina y el uso del coeficiente del cultivo según la etapa fenológica, los datos que se recopilan son la precipitación efectiva, porcentaje de humedecimiento y precipitación del emisor estos datos nos permiten establecer el tiempo de riego y la cantidad de agua a poner, la información se detalla en la tabla 8 del apéndice.

Gráfico 5. Volumen de Riego



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

los resultados que se pueden observar en la gráfica 5 indican el volumen aplicado total en cada tratamiento fue de 494.3 m³/ha para una reposición del 100% de ETc (T1) siendo este el máximo volumen aplicado por tratamiento; 395,5 m³/ha para el tratamiento (T2) y el menor volumen aplicado por tratamiento fue de 296.6 m³/ha que corresponde a el tratamiento (T3). En la tabla 20 del apéndice se puede observar los volúmenes acumulados por tratamientos durante el ciclo del cultivo.

13.6 VARIABLES EVALUADAS

13.6.1 Porcentaje de prendimiento a los 15 días

El análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 15 días, determino que no hay diferencias significativas entre los tres tratamientos, pero si diferencias numéricas. Teniendo un coeficiente de variación de 0,17% siendo excelente para este tipo de investigación de riego por goteo.

Tabla 9. Análisis de varianza para porcentaje de supervivencia

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
% DE SUPERVIVENCIA	9	0,96	0,92	0,17		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo	2,78	4	0,69	25	0,0043	
TRATAMIENTOS	2,72	2	1,36	49	0,0015	**
REPETICIONES	0,06	2	0,03	1	0,4444	Ns
Error	0,11	4	0,03			
Total	2,89	8				

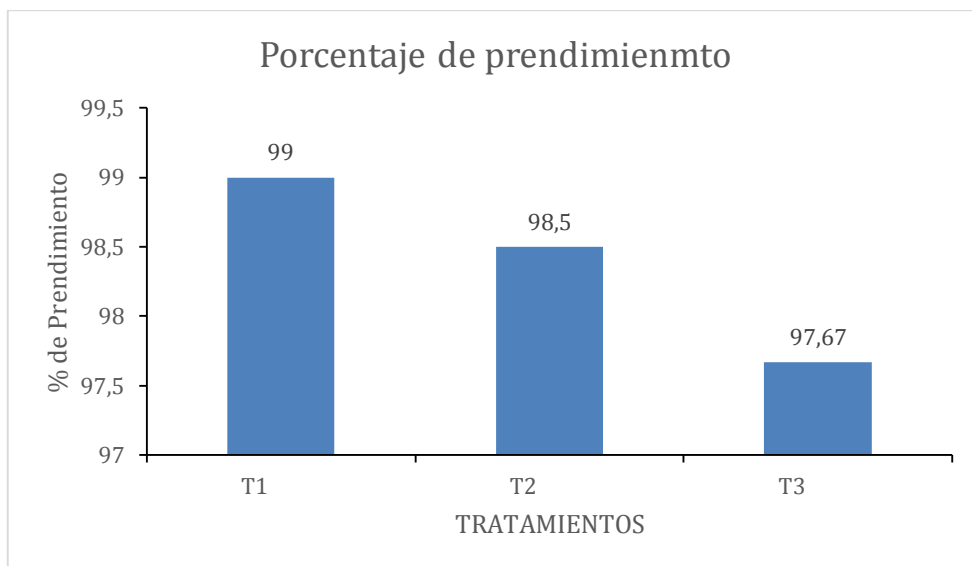
Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El análisis de medias mediante tukey al 5% para porcentaje de prendimiento a los 15 días después de la siembra determino tres grupos de porcentaje de prendimiento, en el primer grupo tratamiento T1 (100% ETc) alcanzando 99% de prendimiento, en el segundo grupo tratamiento T2 (80% ETc) alcanzo 98,5% de prendimiento y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzo 97,33%

el porcentaje menor. Es decir, a medida que disminuye el agua el porcentaje de prendimiento se ve afectada, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

Según (EDUARDO, 2018), señala para porcentaje de prendimiento no se evidencia diferencias estadísticas significativas para los tratamientos. El promedio general fue de 99.82 %, valores que no difieren significativamente a los obtenidos.

Gráfico 6. Porcentaje de prendimiento



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

13.6.2 Número de la hoja

El análisis de varianza para el número de hojas a los 70 días después de la siembra evidenció que no hay diferencias significativas para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 2.43%. siendo excelente para este tipo de investigación de riego de alta frecuencia.

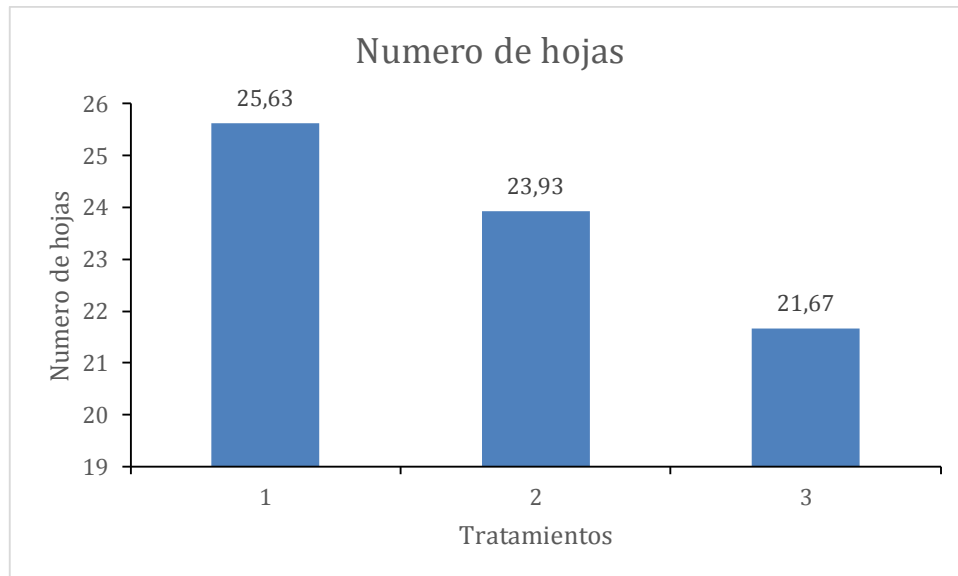
Tabla 10. Análisis de varianza para el número de hojas a los 70 días

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
N° DE HOJAS	90	0,89	0,89	2,43		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia

Modelo	238,78	4	59,69	179,01	<0,0001	
TRATAMIENTO	237,62	2	118,81	356,29	<0,0001	**
REPETICIÓN	1,16	2	0,58	1,73	0,183	ns
Error	28,34	85	0,33			
Total	267,12	89				

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 7. Número de hojas



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El análisis de medias mediante tukey al 5% para número de hojas a los 70 días después de la siembra determinó tres grupos de números de hojas, en el primer grupo tratamiento T1 (100% ETc) alcanzando 25,63%, siendo este el mejor número de hojas alcanzado, en el segundo grupo tratamiento T2 (80% ETc) alcanzó 23,93% de números de hojas y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzó 21,96% de número de hojas. Es decir, a medida que disminuye el agua el número de hojas se ve afectado, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

según (Tarqui, 2017), indica que para número de hojas promedio con una lámina de riego al 100% de ETc, se obtuvo 14,53%, valor que difiere a los obtenidos esto se pudo dar por la climatología de la zona. Altitud 3650 m s.n.m., zona de estudio 2.767 m

13.6.3 Altura de la planta a los 70 días

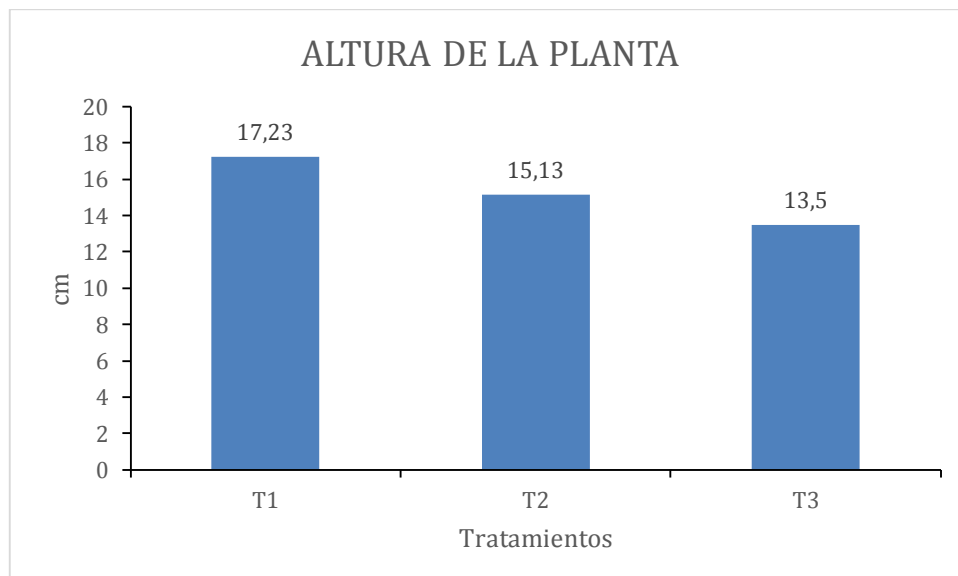
El análisis de varianza para altura de la planta a los 70 días después de la siembra evidencio que en los tratamientos tiene alta significancia y en las repeticiones se evidencia baja significancia para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 4,72%. siendo excelente para este tipo de investigación de riego por goteo.

Tabla 11. Análisis de varianza para altura de la hoja a los 70 días

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
ALTURA DE LA PLANTA	90	0,83	0,82	4,72		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo	214,18	4	53,54	102,71	<0,0001	
TRATAMIENTO	210,16	2	105,08	201,57	<0,0001	**
REPETICIÓN	4,02	2	2,01	3,86	0,0249	*
Error	44,31	85	0,52			
Total	258,49	89				

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 8. Altura de planta



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El análisis de medias mediante tukey al 5% para altura de la planta a los 70 días después de la siembra determino tres grupos de altura de la planta, el que mayor altura tubo fue T1 (100% ETc) alcanzando media 17,23 cm, en el segundo grupo tratamiento T2 (80% ETc) alcanzo 15,13 cm de altura de la planta y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzo 13,5 cm de altura de la planta. Es decir, a medida que disminuye el agua la altura de la planta se ve afectado, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

Según (EDUARDO, 2018) para la altura de planta a la cosecha presentó medias para el Tratamiento 1 al 100% de ETc, con una media de 19,51 cm, para el Tratamientos 2 con una media de 18,34 cm y en el Tratamiento 3 con una media de 17,89 cm, valores que no concuerdan con la presente investigación, lo cual se debe a las condiciones climáticas de la zona.

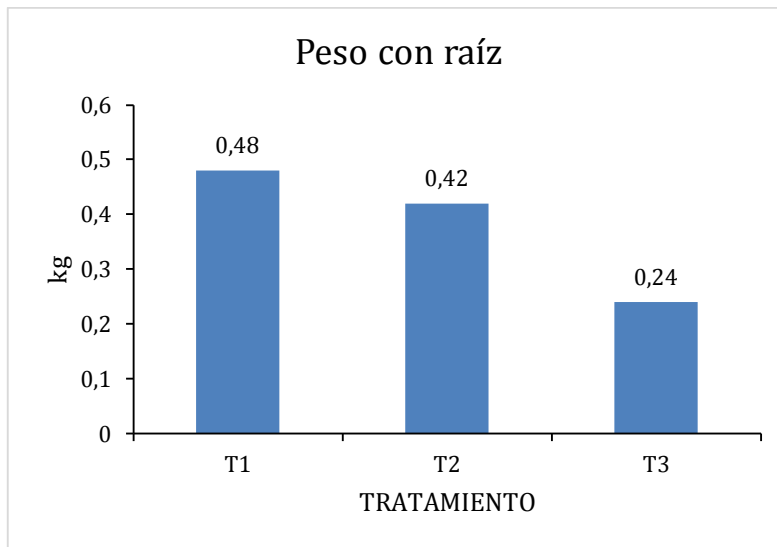
13.6.4 Peso con raíz

El análisis de varianza para el peso de la lechuga evidencio que para tratamientos existe alta significancia y para repeticiones no tienen diferencias significancia para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 9,16%, siendo excelente para este tipo de investigación.

Tabla 12. Análisis de varianza para altura de la hoja a los 70 días

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
PESO CON RAIZ	90	0,9	0,89	9,16		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo	0,9	4	0,22	183,54	<0,0001	
TRATAMIENTO	0,9	2	0,45	365,85	<0,0001	**
REPETICIÓN	3,00E-03	2	1,50E-03	1,23	0,2986	ns
Error	0,1	85	1,20E-03			
Total	1	89				

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 9. Peso con raíz

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5% para el peso total de plantas a la cosecha (Figura 19); presentó tres grupos de peso de la planta en el primer grupo tratamiento T1 (100% ETc) alcanzando 0.48 kg, siendo este el mejor peso alcanzado, en el segundo grupo tratamiento T2 (80% ETc) alcanzo 0,42 kg de peso y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzo 0,24 kg siendo este el menor peso total. Es decir, a medida que disminuye el agua el peso de la planta se ve afectado, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

Según (Antúnez, sf) la aplicación de la lámina de riego al (100% ETc) evidencio un promedio de peso de la lechuga de 0.83 kg lo cual difiere a nuestra investigación. Esto se puede ver afectado por que en la zona de, ensayo se tenia 0,2 % de materia organica

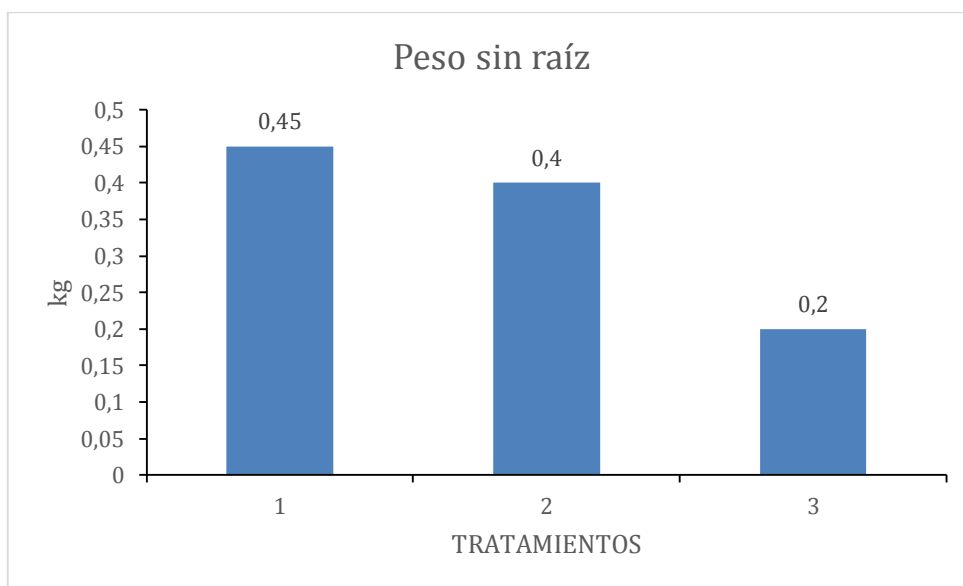
13.6.5 Peso sin raíz

El análisis de varianza para el peso de la planta a la cosecha evidencio que en los tratamientos tiene alta significancia y en las repeticiones se evidencia que no tiene significancia para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 7,72%. siendo excelente para este tipo de investigación de riego por goteo.

Tabla 13. Análisis de varianza peso sin raíz

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
PESO SIN RAIZ	90	0,94	0,94	7,65		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo	1,01	4	0,25	348,69	<0,0001	
TRATAMIENTO	1,01	2	0,5	696,61	<0,0001	**
REPETICIÓN	1,10E-03	2	5,60E-04	0,78	0,4622	Ns
Error	0,06	85	7,20E-04			
Total	1,07	89				

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 10. Peso sin raíz

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5% para el peso sin raíz de plantas a la cosecha (Figura 19); presentó tres grupos de peso de la planta sin raíz en el primer grupo tratamiento T1 (100% ETc) alcanzando 0.45 kg, siendo este el mejor peso alcanzado, en el segundo grupo tratamiento T2 (80% ETc) alcanzo 0,40 kg de peso y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzo 0,20 kg siendo este el menor peso total. Es decir, a medida que disminuye el agua el peso de la planta sin raíz se ve afectado, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

13.6.6 Diámetro ecuatorial

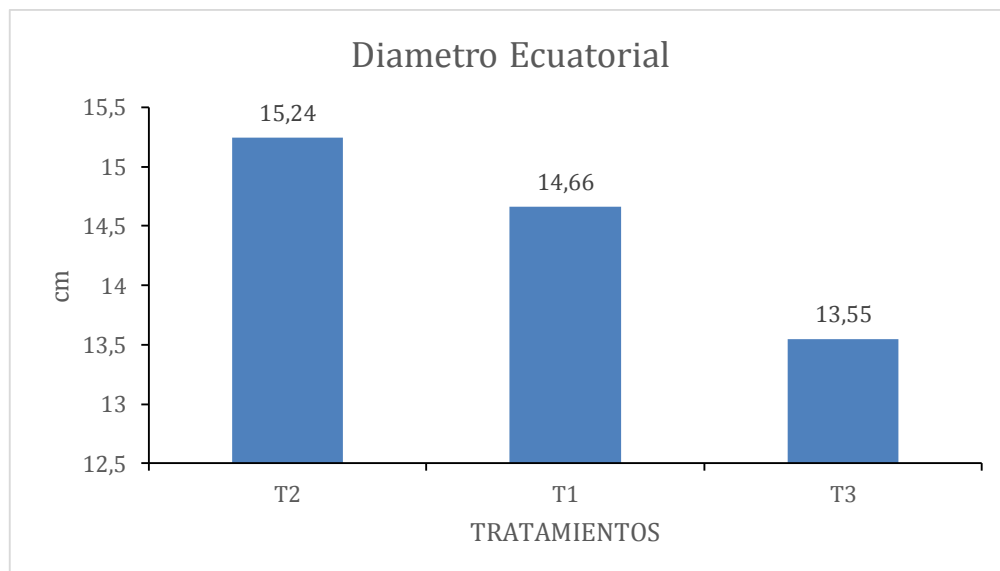
El análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a al día de la cosecha evidencio que no existe significancia para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 15,94%.

Tabla 14. Análisis de varianza diámetro ecuatorial

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
DIAMETRO	90	0,1	0,06	15,94		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo	49,91	4	12,48	2,34	0,0615	
TRATAMIENTO	44,62	2	22,31	4,19	0,0185	Ns
REPETICIÓN	5,28	2	2,64	0,5	0,611	Ns
Error	453,12	85	5,33			
Total	503,03	89				

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 11. Diámetro ecuatorial



Fuente: Chisaguano, Maigua (2022)

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5% para el diámetro ecuatorial a la cosecha (Figura 19); presentó tres grupos de diámetros ecuatorial el primer grupo tratamiento T1 (100% ETc) alcanzando 15.24 cm, siendo este el mejor diámetro, en el segundo grupo

tratamiento T2 (80% ETc) alcanzo 14,66 cm de diámetro y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzo 13,55 siendo este el menor diámetro. Es decir, a medida que disminuye el agua el diámetro se ve afectado, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

La media para el diámetro ecuatorial al (100% ETc) fueron de 13.72 cm y de 13.14 cm para el (60% ETc) según (Antúnez, sf) valores que difieren con los obtenidos en esta investigación debido a la climatología de la zona.

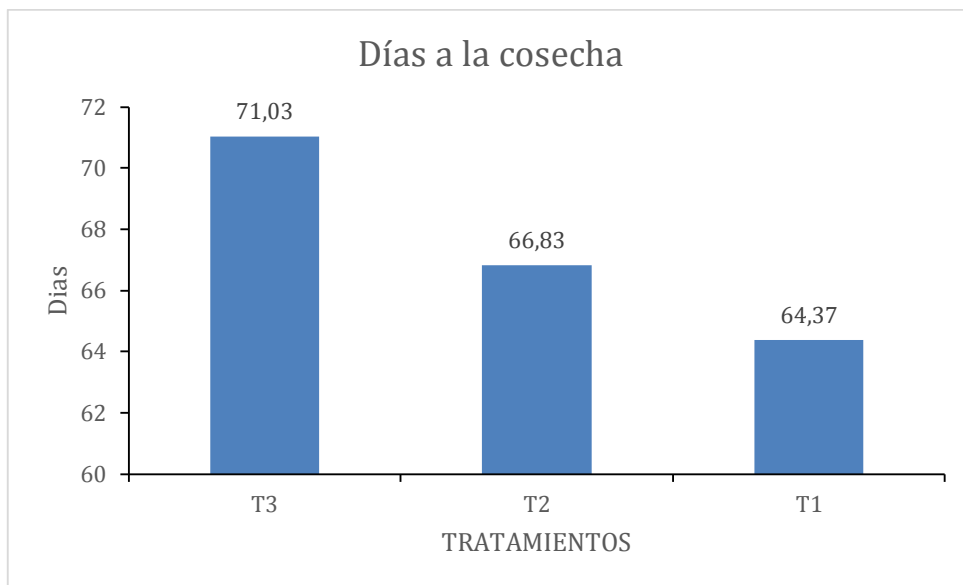
13.6.7 Días a la cosecha

El análisis de varianza para días a la cosecha evidencio que para tratamientos hay alta significancia y para tratamientos no existe significancia para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 1,37%.

Tabla 15. Análisis de varianza para días a la cosecha

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
DIAS A LA COSECHA	90	0,9	0,9	1,37		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo	685,71	4	171,43	202,16	<0,0001	
TRATAMIENTO	681,69	2	340,84	401,95	<0,0001	**
REPETICIÓN	4,02	2	2,01	2,37	0,0995	Ns
Error	72,08	85	0,85			
Total	757,79	89				

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 12. Días a la cosecha

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha (Figura 19); presentó tres grupos para días a la cosecha el primer grupo tratamiento T1 (100% ETc) alcanzando 71,03%, siendo este el mejor para días a la cosecha, en el segundo grupo tratamiento T2 (80% ETc) alcanzó 66,83% de días a la cosecha y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzó 64,37% siendo este el menor valor para días a la cosecha. Es decir que a medida que disminuye el agua en los días a la cosecha se ve afectado a menor agua menor días a la cosecha y a mayor agua mayor días a la cosecha, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

Según (Velasquez, 2014) se contaron los días para llegar a la cosecha donde se colocó la lámina al 60% con una media de 65,4% siendo esta la que se cosecho en un lapso de tiempo más corto de días a la cosecha valores que no difieren a los obtenidos.

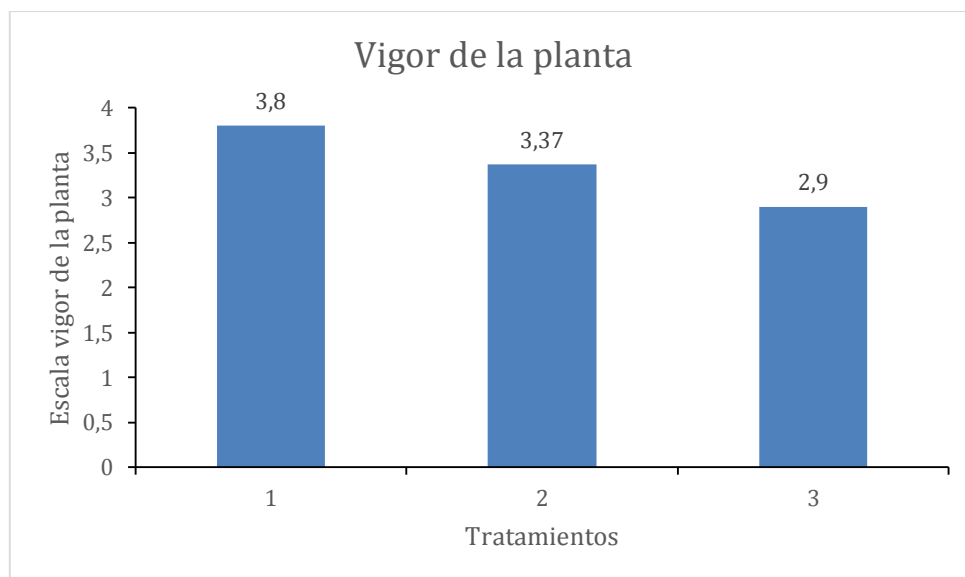
13.6.8 Vigor de la planta

El análisis de varianza para vigor de la planta evidencio que para tratamientos hay alta significancia y para tratamientos no existe significancia para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 13,83%

Tabla 16. Análisis de varianza para el vigor de la planta

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
VIGOR DE LA PLANTA	90	0,4	0,37	13,83		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo	12,31	4	3,08	14,29	<0,0001	
TRATAMIENTO	12,16	2	6,08	28,21	<0,0001	**
REPETICIÓN	0,16	2	0,08	0,36	0,698	Ns
Error	18,31	4	0,22			
Total	30,62	8				

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 13. Vigor de la planta

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5% para vigor de la planta (Figura 19); presentó tres grupos de vigor de la planta el primer grupo tratamiento T1 (100% ETc) alcanzando una media 3,8%, siendo este el mejor vigor, en el segundo grupo tratamiento T2 (80% ETc) alcanzo 3,37 de vigor de la planta y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzo 2,9% siendo este el menor valor para vigor de la planta. Es decir, a medida que disminuye el agua el

vigor de la planta se ve afectado, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

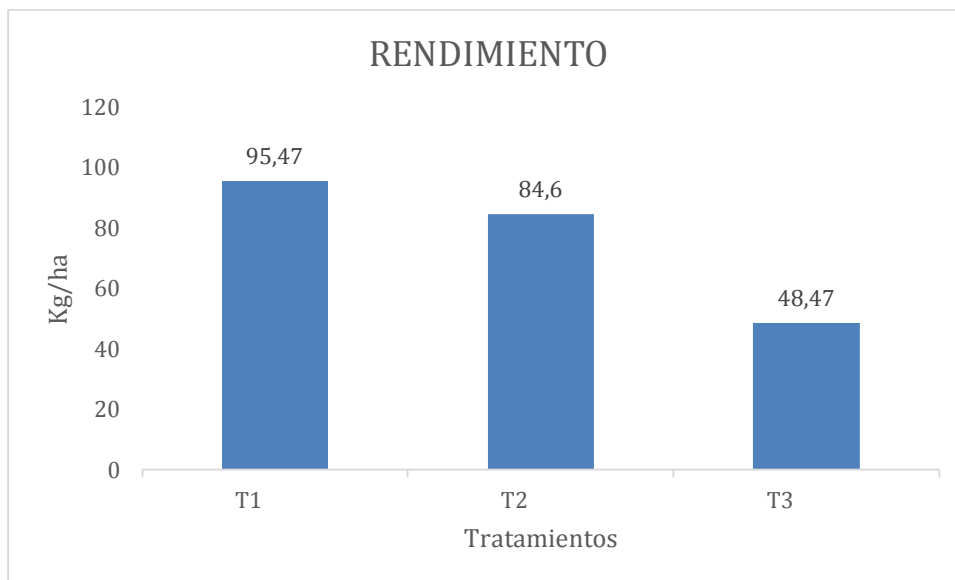
13.6.9 Rendimiento total

El análisis de varianza para rendimiento total evidencio que para tratamientos hay alta significancia y para repeticiones no existe significancia para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 4,38%.

Tabla 17. Análisis de varianza para el rendimiento total

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
RENDIMIENTO TOTAL	9	0,99	0,98	4,34		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo	3647,64	4	911,91	83,53	0,0004	
TRATAMIENTOS	3632,7	2	1816,35	166,37	0,0001	**
REPETICIONES	14,94	2	7,47	0,68	0,5551	Ns
Error	43,67	4	10,92			
Total	3691,32	8				

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

Gráfico 14. Rendimiento

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5% para rendimiento total en Kg/ha (Figura 19); presentó tres grupos de rendimiento el primer grupo tratamiento T1 (100% ETc) alcanzando una media de 95,47 Kg/ha, siendo este el mejor rendimiento Kg/ha, en el segundo grupo tratamiento T2 (80% ETc) alcanzo 84,6 Kg/ha de vigor de rendimiento y el tercer grupo T3 (60% ETc) alcanzo 48.47 Kg/ha siendo este el menor valor para de rendimiento. Es decir, a medida que disminuye el agua el rendimiento se ve afectado, por tal motivo se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

según (Quintero, 1999) la media de producción de lechuga kg/ha se sitúa entre 22.500 a 45.000 aproximadamente.

según (Toborda, 2002) estima que el rendimiento promedio en kg/ha oscila entre 37.000 a 48.000 valores que difieren con los obtenidos esto se puede dar por la densidad de siembra ya que el autor utiliza una densidad de siembra de 50.000 a 80.000 mil plantas por hectáreas, y nosotros como es un sistema de riego por goteo utilizamos una densidad de siembra de 133.333 plantas de lechuga

13.6.10 Análisis costo-beneficio para una hectárea

Tabla 18. Análisis económico basado en la relación beneficio costo

Análisis económico basado en la relación beneficio costo			
Componente	Tratamiento		
	T1: 100% ETc	T2: 80% ETc	T3: 60% ETc
Tratamiento en m ³ /ha	494,32	395,45	296,59
Costo variables (\$) (costos tratamientos)	76,50	76,50	76,50
Costo total de producción (\$) sin tratamiento)	18.422,24	18.422,24	18.422,24
Costo total (\$)	18.498,74	18.498,74	18.498,74
Beneficio			
Beneficio Total (\$)	53.333,00	33.333,00	17.333,00
Beneficio Neto (\$)	34.834,26	14.834,26	-1.165,74
Relación Beneficio /Costo	2,88	1,80	0,94
Rentabilidad	188,31	80,19	-6,30

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

13.6.11 Eficiencia del uso del agua

Existió tres rangos de eficiencia del uso del agua en el cultivo de lechuga crespa en el campus Salache donde el tratamiento T1 (100% ETc) se ubica en el primer rango con un valor de 64,76 kg/m³, seguido por el tratamiento T2 (80% ETc) con 62,96 kg/m³ y finalmente en el último rango T3 (60% ETc) con 40,48 kg/m³. Al analizar la interacción del rendimiento obtenido en el cultivo de lechuga, con el volumen de agua aplicado podemos observar que no hay interacción.

Tabla 19. Eficiencia del uso del agua

Tratamientos	Volumen total m ³ /ha	Rendimiento Kg/ha	Eficiencia Kg/m ³
T1 100% ETc	988,3	63.999,84	64,76
T2 80% ETc	889,5	55.999,86	62,96
T3 60% ETc	790,6	31.999,92	40,48

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022)

14. CONCLUSIONES

- 1- El comportamiento agronómico del cultivo de lechuga crespa se ve afectado al déficit hídrico: en la influencia en el crecimiento vegetativo del cultivo (altura, número de

- hojas, Cobertura, Diámetro ecuatorial, Vigor de la planta, Peso) y acortamiento del ciclo del cultivo por ende disminución en la producción.
- 2- Existe una proporcionalidad directa entre el contenido de humedad en el suelo y rendimiento total; es decir, que al 100% de Etc. de la lechuga crespa, el rendimiento fue mayor pasando de 12,933 Tm/ha, a 7,759 cuando se le reduce el 40% de su requerimiento hídrico.
 - 3- La evaluación económica determino que el cultivo de lechuga crespa es rentable 80% hasta una reducción del 20% de requerimiento hídrico.

15. RECOMENDACIONES

Considerando que el agua es un recurso limitado y En base a los resultados obtenidos se recomienda la reducción de hasta un 20% de evapotranspiración del cultivo de lechuga crespa (*lactuca sativa*), para así garantizar la rentabilidad del cultivo.

-Es recomienda realizar investigaciones con otros porcentajes de láminas de riego para determinar cuál es el déficit mínimo que puede soportar la planta.

16. BIBLIOGRAFIA

- Allen, R. G. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de agua de los cultivos. *Fao*, 297.
https://www.researchgate.net/publication/312841499_Evapotranspiracion_del_cultivo_Guias_para_la_determinacion_de_los_requerimientos_de_agua_de_los_cultivos/link/5b6f1e5f45851546c9fb6f49/download
- Camilo Juan. (2015, April). *Tipos de riego en el cultivo de Lechuga*.
<https://es.slideshare.net/JuanCamiloLB5/tipos-de-riego-en-el-cultivo-de-lechuga>
- Castagnino, A. M. (2009). *Manual de cultivos hortícolas innovadores*.
- Ernesto Casseres. (1980, March). *Produccion de Hortalizas Ernesto Casseres | PDF*.
<https://es.scribd.com/document/370146417/PRODUCCION-DE-HORTALIZAS-ERNESTO-CASSERES-pdf>
- FAO. (2011). Introducción a la evapotranspiración del cultivo. *Evapotranspiración Del Cultivo Guías Para La Determinación de Los Requerimientos de Agua de Los Cultivos. ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE 56.*, 323. file:///C:/Users/DELL/Desktop/TESIS 2022/CITADOS/fao.pdf
- FAO. (2013). Afrontar la escasez de agua. Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. In *Informe Sobre Temas Hídricos no. 38*. <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>

- FAO. (2018). *Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar Introducción a la Evapotranspiración del Cultivo (ET c)*. <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- González Altozano & J. R. Castel. (2019, May). *El riego deficitario controlado y su aplicación en frutales* - *PortalFruticola.com*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/05/31/el-riego-deficitario-controlado-y-su-aplicacion-en-frutales/>
- Groot, K. de. (2018). No Title. *El riego deficitario controlado y su aplicación en frutales In World Development* (Vol. 1, Issue 1).
- Holle Miguel & Montes Alfredo. (1985). *Manual Enseñanza Práctica De Producción De Hortalizas*. <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/15267/BVE21031214e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Info Agro. (2011, April). *Agricultura. El cultivo de la lechuga*. <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- InfoAgro. (2010). *Agricultura. El cultivo de la lechuga*. 1999. <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm> <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm#>
- INTAGRI S.C. (2008). *La Eficiencia de Uso del Agua por las Plantas | Intagri S.C*. <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-eficiencia-uso-agua-plantas>
- Ipiiales Hidalgo, O. (2019). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Caracterización de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal “ Ilaló ” del Sistema de Riego Tumbaco. *Universiad Central de Ecuador*, 8. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18512/1/T-UCE-0004-CAG-085.pdf>
- López-López, R., Arteaga-Ramírez, R., Vázquez-Peña, M. A., López-Cruz, I. L., & Sánchez-Coen, I. (2009). PRODUCCIÓN DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) BASADO EN LÁMINAS DE RIEGO Y ACOLCHADO PLÁSTICO. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(1), 83–89. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2009.15.011>
- Martínez, F., & Garcés, G. (2010). Crecimiento y producción de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. romana) bajo diferentes niveles de potasio Growth and production of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. romana) under different levels of potassium Palabras clave adicionales: nutrición, deficiencia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(2), 185–198. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_horticolas/article/view/1239/1236
- Quintero, J. (2009). La Lechuga. *Escuelas Idea Sana Eroski*, 21. http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/13/escuela_5/escuela5_lechuga.pdf
- Romero, C. (2016). “EFECTO DE TRES DOSIS DE BIOL EN EL RENDIMIENTO DE *Lactuca sativa* L. VAR. CAPITA HÍBRIDO ICEBERG, EN MOCHE, TRUJILLO- LA LIBERTAD.” [file:///C:/Users/DELL/Desktop/TESIS 2022/ARTICULOS CIENTIFICOS/Baca Romero Christian Germán.pdf](file:///C:/Users/DELL/Desktop/TESIS%202022/ARTICULOS%20CIENTIFICOS/Baca%20Romero%20Christian%20Germán.pdf)

- Salinas, C. (2013a). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio de Santa Fé de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. *Universidad Técnica de Ambato*, 74.
- Salinas, C. (2013b). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio de Santa Fé de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. *Universidad Técnica de Ambato*, 74. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63 Ingenieria Agronomica -CD 204.pdf>
- Sophia Cross. (2021, November 20). *Etapas de crecimiento de la lechuga romana*. https://www.ehowenespanol.com/etapas-crecimiento-lechuga-romana-info_390318/
- Velásquez, C. (1992). *Universidad agraria del Ecuador*. 27. <file:///C:/Users/DELL/Desktop/TESIS 2022/TESIS JUNIO 1.1.pdf>
- Yupanqui Romario. (2021, July 23). *Riegos agrotecnia*. <https://es.slideshare.net/RomarioYupanquiCisne/riegos-agrotecnia>
- Allen, R. G. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de agua de los cultivos. *Fao*, 297. https://www.researchgate.net/publication/312841499_Evapotranspiracion_del_cultivo_Guias_para_la_determinacion_de_los_requerimientos_de_agua_de_los_cultivos/link/5b6f1e5f45851546c9fb6f49/download
- Camilo Juan. (2015, April). *Tipos de riego en el cultivo de Lechuga*. <https://es.slideshare.net/JuanCamiloLB5/tipos-de-riego-en-el-cultivo-de-lechuga>
- Castagnino, A. M. (2009). *Manual de cultivos hortícolas innovadores*.
- Ernesto Casseres. (1980, March). *Produccion de Hortalizas Ernesto Casseres | PDF*. <https://es.scribd.com/document/370146417/PRODUCCION-DE-HORTALIZAS-ERNESTO-CASSERES-pdf>
- FAO. (2011). Introducción a la evapotranspiración del cultivo. *Evapotranspiración Del Cultivo Guías Para La Determinación de Los Requerimientos de Agua de Los Cultivos. ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE 56.*, 323. <file:///C:/Users/DELL/Desktop/TESIS 2022/CITADOS/fao.pdf>
- FAO. (2013). Afrontar la escasez de agua. Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. In *Informe Sobre Temas Hídricos no. 38*. <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>
- FAO. (2018). *Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar Introducción a la Evapotranspiración del Cultivo (ET c)*. <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- González Altozano & J. R. Castel. (2019, May). *El riego deficitario controlado y su aplicación en frutales* - *PortalFruticola.com*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/05/31/el-riego-deficitario-controlado-y-su-aplicacion-en-frutales/>
- Groot, K. de. (2018). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. In *World Development* (Vol. 1, Issue 1).

- Holle Miguel & Montes Alfredo. (1985). *Manual Enseñanza Práctica De Producción De Hortalizas*.
<http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/15267/BVE21031214e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Info Agro. (2011, April). *Agricultura. El cultivo de la lechuga*.
<https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- InfoAgro. (2010). *Agricultura. El cultivo de la lechuga*. 1999.
<https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm%0Ahttps://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm#>
- INTAGRI S.C. (2008). *La Eficiencia de Uso del Agua por las Plantas | Intagri S.C.*
<https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-eficiencia-uso-agua-plantas>
- Ipiates Hidalgo, O. (2019). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Caracterización de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal “ Ilaló ” del Sistema de Riego Tumbaco. *Universiad Central de Ecuador*, 8. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18512/1/T-UCE-0004-CAG-085.pdf>
- López-López, R., Arteaga-Ramírez, R., Vázquez-Peña, M. A., López-Cruz, I. L., & Sánchez-Coen, I. (2009). PRODUCCIÓN DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.)(*Physalis ixocarpa* Brot.) BASADO EN LÁMINAS DE RIEGO Y ACOLCHADO PLÁSTICO. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(1), 83–89.
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2009.15.011>
- Martínez, F., & Garcés, G. (2010). Crecimiento y producción de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. romana) bajo diferentes niveles de potasio Growth and production of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. romana) under different levels of potassium Palabras clave adicionales: nutrición, deficiencia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(2), 185–198.
https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1239/1236
- Quintero, J. (2009). La Lechuga. *Escuelas Idea Sana Eroski*, 21.
http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/13/escuela_5/escuela5_lechuga.pdf
- Romero, C. (2016). “EFECTO DE TRES DOSIS DE BIOL EN EL RENDIMIENTO DE *Lactuca sativa* L. VAR. CAPITA HÍBRIDO ICEBERG, EN MOCHE, TRUJILLO- LA LIBERTAD.” file:///C:/Users/DELL/Desktop/TESIS 2022/ARTICULOS CIENTIFICOS/Baca Romero Christian Germán.pdf
- Salinas, C. (2013a). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio de Snta Fé de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. *Universidad Técnica de Ambato*, 74.
- Salinas, C. (2013b). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio de Snta Fé de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. *Universidad Técnica de Ambato*, 74. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63 Ingenieria Agronomica -CD 204.pdf>
- Sophia Cross. (2021, November 20). *Etapas de crecimiento de la lechuga romana*.

- https://www.ehowenespanol.com/etapas-crecimiento-lechuga-romana-info_390318/
- Velásquez, C. (1992). *Universidad agraria del ecuador*. 27. <file:///C:/Users/DELL/Desktop/TESIS 2022/TESIS JUNIO 1.1.pdf>
- Yupanqui Romario. (2021, July 23). *Riegos agrotecnia*. <https://es.slideshare.net/RomarioYupanquiCisne/riegos-agrotecnia>
- Organización Meteorológica Mundial. (2000). *documentacion.ideam*. En *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos*. (pág. Quinta edición). Ginebra. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012406/Cap7.pdf>
- 56, F. (Mayo de 1990). *Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm>
- Antúnez, A. (sf). *biblioteca.inia*. Obtenido de Manejo del riego para optimizar el rendimiento: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6808/NR41705.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Cortés Bracho, J. d. (12 de septiembre de 2005). *EFECTO DEL SISTEMA DE RIEGO Y CLIMA EN LA EFICIENCIA DEL USO DE AGUA DE NOGAL PECANERO*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57330740003>
- EDUARDO, L. T. (2018). *librari*. Obtenido de <https://1library.co/document/z1dlx5ez-determinacion-requerimientos-hidricos-winterhaven-evaporacion-formulas-empiricas-chimborazo.html>
- fAO. (Mayo de 1990). *Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- FAO.56. (mayo de 1999). *Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Gavilanes, R. (noviembre de 2014). *Diseño de un sistema de riego por goteo para*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4964e659-e4a6-409c-9f3f-b22d90010dcf/content>
- Lopez, M. (abril de 2015). *reserchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-11-Hipotesis-de-investigacion_fig4_317371135
- Medina, J. (2000). *riegos por goteo*. Barcelona.
- Morales, S. (30 de junio de 2020). *ciencias agrarias*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/7563009>
- Newman, D. (12 de septiembre de 2020). *Revista de educacion Laurus*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Quintero, J. (1999). *agenda de extencion agraria*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf

Tarqui, M. (junio de 2017). *revistas Bolivianas*. Obtenido de Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz,: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/riiarn/v4n1/v4n1_a03.pdf

Toborda, R. (12 de junio de 2002). <http://rafaela.inta.gov.ar/>. Obtenido de ENSAYO COMPARATIVO DE VARIEDADES DE LECHUGAS MANTECOSAS.: http://rafaela.inta.gov.ar/productores97_98/p202.htm

Velasquez, P. (19 de septiembre de 2014). *scielo.org.com*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v31n2/v31n2a08.pdf>

17. ANEXOS

Anexo 1. Técnica de Toma y Remisión de Muestras de Suelo.



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022).

Anexo 2. Componentes del sistema de riego



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022).

Anexo 3. Coeficiente del tanque evaporímetro (K_p)

Coeficientes del tanque evaporímetro (K_p) para el tanque Clase A para diversas localizaciones y ambientes de los tanques y varios valores de velocidad media de viento y de humedad relativa (Serie FAO Riego y drenaje No. 24)

Tanque Clase A	Caso A: Tanque situado en una superficie cultivada			Caso B: Tanque situado en un suelo desnudo				
	HR media	baja < 40	media 40-70	alta > 70	baja < 40	media 40-70	alta > 70	
Velocidad del viento ($m s^{-1}$)	Distancia del cultivo a barlovento (m)				Distancia del barbecho a barlovento (m)			
Baja	1	,55	,65	,75	1	,7	,8	,85
< 2	10	,65	,75	,85	10	,6	,7	,8
	100	,7	,8	,85	100	,55	,65	,75
	1 000	,75	,85	,85	1 000	,5	,6	,7
Moderada	1	,5	,6	,65	1	,65	,75	,8
2-5	10	,6	,7	,75	10	,55	,65	,7
	100	,65	,75	,8	100	,5	,6	,65
	1 000	,7	,8	,8	1 000	,45	,55	,6
Alta	1	,45	,5	,6	1	,6	,65	,7
5-8	10	,55	,6	,65	10	,5	,55	,65
	100	,6	,65	,7	100	,45	,5	,6
	1 000	,65	,7	,75	1 000	,4	,45	,55
Muy alta	1	,4	,45	,5	1	,5	,6	,65
> 8	10	,45	,55	,6	10	,45	,5	,55
	100	,5	,6	,65	100	,4	,45	,5
	1 000	,55	,6	,65	1 000	,35	,4	,45

Fuente: serie FAO y drenajes N. 24

Anexo 4. Diámetro del bulbo húmedo



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022).

Anexo 5. Cosecha



Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022).

Anexo 6. Análisis de suelo químico

MC-LASPA-2201-01

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec</p>	 <p>LASPA</p>
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 22-0337

NOMBRE DEL CLIENTE: Maigua Vilca Javier Alexander
PETICIONARIO: Maigua Vilca Javier Alexander
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Maigua Vilca Javier Alexander
DIRECCIÓN: Parroquia Guaytacama Barrio Pilacoto

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 09/05/2022
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:17
FECHA DE ANÁLISIS: 16/05/2022
FECHA DE EMISIÓN: 20/05/2022
ANÁLISIS SOLICITADO: SUELO 1 + MO.+Textura+CE.+CC.+DA.+PM

Análisis	Ph		N	P	S*	B*	K	Ca	Mg	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN
	Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
22-1291	9,28	Al	22	B	17	M											25,85	0,2	B	49	41	10	Franco	Muestra 1 Javier

Análisis	Al+H*	Al*	Na *	C.E.	N. Total*	N-NO3 *	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm		
22-1291				0,95	NS						Muestra 1 Javier

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA		
pH =	Suelo: Agua (1-2,5)	F K Ca Mg =
S.B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =
		B =

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titración NaOH

INTERPRETACION			
Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico		A = Alto	



Responsable de laboratorio por:
JOSE ALONSO LUCERO
MALATAY
 LABORATORISTA



Responsable de laboratorio por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación ,etc,que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Anexo 7. Análisis físico

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Teléfonos: (02) 3007284 / (02)2504240. Email: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	--	---

REPORTE DE ANÁLISIS DE FÍSICA DE SUELOS
INFORME DE ENSAYO No: 22-0337

NOMBRE DEL CLIENTE:	Maigua Vilca Javier Alexander	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	09/05/2022
PETICIONARIO:	Maigua Vilca Javier Alexander	HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	11:17
EMPRESA / INSTITUCIÓN:	Maigua Vilca Javier Alexander	FECHA DE ANÁLISIS:	16/05/2022
DIRECCIÓN:	Parroquia Guaytacama /Pilacoto	FECHA DE EMISIÓN:	20/05/2022
E-MAIL:	javier.maigua9875@utc.edu.ec	ANÁLISIS SOLICITADO:	CC, PMP y Da.

No. Laboratorio	Identificación de la muestras	Humedad gravimétrica (%)		Da. (g/cc)	Hg. (%)	Hv. (%)	M. O. (%)	TEXTURA			
		C.C.	P.M.P.					Areña (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
22-1291	Muestra 1 Javier	22.7	11.1	1.2			0.2	49	41	10	Franco

Símbología			
CC: Capacidad de Campo	Da: Densidad aparente.	Hg: Humedad gravimétrica	A: Alto; M: Medio; B: Bajo
PMP: Punto de Marchitez Permanente	MO: Materia Orgánico	Hv: Humedad volumétrica	g/cc: gramos sobre centímetro cúbico

Metodología	
CC, PMP: Ollas de Richards.	MO: Combustión - TOC
Textura: Bouyoucos	

RESPONSABLES DEL INFORME



Firmado electrónicamente por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA

Dr. Iván Samaniego
RESPONSABLE DEL LABORATORIO



Firmado electrónicamente por:
ANIBAL RAFAEL PARRA BURGOS

Ing. Rafael Parra
LABORATORISTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensay

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo 8. Información climática de la zona

MES	T.PROMEDIO °C	PRECIPITACIÓN mm	VIENTO m/s	LUZ horas	HR MÍNIMA %
Enero	14,90	49,30	6,20	13,60	51
Febrero	14,90	44,90	4,20	13,90	58
Marzo	14,50	74,80	4,50	14,10	59
Abril	14,30	56,40	4,60	13,70	60
Mayo	14,10	49,10	4,10	13,90	61
Junio	13,50	29,20	6,30	13,20	62
Julio	13	10	6,60	12,30	51
Agosto	13,10	16,80	60	11,40	40
Septiembre	13,60	21,10	5,90	11,40	41,70
Octubre	14,60	41,90	5,10	12,30	43,50
Noviembre	15,10	69,30	9,40	12,20	45,25
Diciembre	14,60	34,70	4,90	12,50	47

Fuente: datos meteorológicos promedios estación Universidad técnica de Cotopaxi

Anexo 9. Coeficiente basal del cultivo K_c

Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, K_c y alturas medias máximas de las plantas para cultivos no estresados y bien manejados en climas sub-húmedos (HR_{min} ≈ 45%, u₂ ≈ 2 m s⁻¹) para usar en la fórmula de la FAO Penman-Monteith ET_o.

Cultivo	K _{c ini} ¹	K _{c med}	K _{c fin}	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
a. Hortalizas Pequeñas	0,7	1,05	0,95	
Brécol (Brócoli)		1,05	0,95	0,3
Col de Bruselas		1,05	0,95	0,4
Repollo		1,05	0,95	0,4
Zanahoria		1,05	0,95	0,3
Coliflor		1,05	0,95	0,4
Apio (Céleri)		1,05	1,00	0,6
Ajo		1,00	0,70	0,3
Lechuga		1,00	0,95	0,3
Cebolla – seca		1,05	0,75	0,4
– verde		1,00	1,00	0,3
– semilla		1,05	0,80	0,5
Espinaca		1,00	0,95	0,3
Rábano		0,90	0,85	0,3
b. Hortalizas– Familia de la Solanáceas	0,6	1,15	0,80	
Berenjena		1,05	0,90	0,8
Pimiento Dulce (campana)		1,05 ²	0,90	0,7
Tomate		1,15 ²	0,70–0,90	0,6
c. Hortalizas– Familia de las Cucurbitáceas	0,5	1,00	0,80	
Melón	0,5	0,85	0,60	0,3
Pepino – Cosechado Fresco	0,6	1,00 ²	0,75	0,3
– Cosechado a Máquina	0,5	1,00	0,90	0,3
Calabaza de Invierno		1,00	0,80	0,4
Calabacín (zucchini)		0,95	0,75	0,3
Melón dulce		1,05	0,75	0,4
Sandía	0,4	1,00	0,75	0,4
d. Raíces y Tubérculos	0,5	1,10	0,95	
Remolacha, mesa		1,05	0,95	0,4
Yuca o Mandioca – año 1	0,3	0,80 ³	0,30	1,0
– año 2	0,3	1,10	0,50	1,5
Chirivía	0,5	1,05	0,95	0,4
Patata o Papa		1,15	0,75 ⁴	0,6
Camote o Batata		1,15	0,65	0,4
Nabos (Rutabaga)		1,10	0,95	0,6
Remolacha Azucarera	0,35	1,20	0,70 ⁵	0,5

Fuente: serie FAO y drenajes N. 24

Anexo 10. Evaporación, precipitación

Fecha	Evaporación Tanque	Precipitación	Evaporación	
19/5/2022	63,3	0	0,9	0,9
20/5/2022	60,8	0	2,5	2,5
21/5/2022	57,6	0	3,2	3,2
22/5/2022	54	0	3,6	3,6
23/5/2022	49,2	0	4,8	4,8

24/5/2022	44,2	0	5	5
25/5/2022	41	0	3,2	3,2
26/5/2022	37	0	4	4
27/5/2022	33,9	0	3,1	3,1
28/5/2022	30,4	0	3,5	3,5
29/5/2022	28,8	0	1,6	1,6
30/5/2022	24,5	0	4,3	4,8
31/5/2022	22	0	2,5	2,5
1/6/2022	19,4	0	2,6	2,6
2/6/2022	55,8	0	2,2	2,2
3/6/2022	56,4	0,3	2	2
4/6/2022	57,6	3,2	1	1
5/6/2022	56,7	0	0,9	9
6/6/2022	53	0	3,7	3,7
7/6/2022	49,8	1,2	2	2
8/6/2022	48,3	1,2	0,3	0,3
9/6/2022	46,1	0,7	1,5	1,5
10/6/2022	45,9	0	0,2	0,5
11/6/2022	44,4	0	1,5	1,5
12/6/2022	41,9	0	2,5	2,5
13/6/2022	39	0	2,9	2,9
14/6/2022	36,7	0	2,3	2,3
15/6/2022	33,7	0	3	3
16/6/2022	28,2	0	5,5	5,5
17/6/2022	22,6	0	5,6	5,6
18/6/2022	18,4	0	4,2	4,2
19/6/2022	22,7	5	2,7	2,7
20/6/2022	35,5	15,1	3,2	3,2
21/6/2022	31,3	0	4,2	4,2
22/6/2022	28,1	0	3,2	3,2
23/6/2022	30	2,1	3	3
24/6/2022	30,6	3,6	0,8	0,8
25/6/2022	36,2	6	1,7	1,7
26/6/2022	34,8	0,5	0,9	0,9
27/6/2022	32,1	0	2,7	2,7
28/6/2022	29,5	0	2,6	2,6
29/6/2022	28,2	1	0,3	0,3
30/6/2022	25,6	0	2,6	2,6
1/7/2022	23,2	0	2,4	2,4
2/7/2022	19,6	0,7	2,9	2,9
3/7/2022	17,7	2,8	1,9	1,9
4/7/2022	24,4	4	1,3	1,3
5/7/2022	23,3	0	1,1	1,1

6/7/2022	21	0	2,3	2,3
7/7/2022	21	0	0	0
8/7/2022	15,8	0	5,2	5,2
9/7/2022	15,3	0	0,5	0,5
10/7/2022	15,6	0	2,4	2,4
11/7/2022	12,9	1	1,7	1,7
12/7/2022	90	0	5,2	5,2
13/7/2022	91,4	0	0,8	0,8
14/7/2022	88,2	0	3,2	3,2
15/7/2022	83,9	0	4,3	4,3
16/7/2022	90,6	0	2,6	2,6
17/7/2022	87,4	0	3,2	3,2
18/7/2022	85	0	2,4	2,4
19/7/2022	82,8	0	2,2	2,2
20/7/2022	76,2	0	6,6	6,6
21/7/2022	72,2	0	4	4
22/7/2022	68,3	0	3,9	3,9
23/7/2022	64,4	0	3,9	3,9
24/7/2022	61,4	0	3	3
25/7/2022	62,7	0	1,7	1,7
26/7/2022	64,1	1	1,9	1,9
27/7/2022	60,3	0	3,8	3,4
28/7/2022	57,2	0	3,1	3,1
29/7/2022	63,5	0	4,2	4,2
30/7/2022	67,4	0	3,4	3,4
31/7/2022	53,2	0	1,4	1,4
1/8/2022	51,4	0	1,8	1,8

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022).

Anexo 11. Evaluación del diámetro y profundidad del bulbo húmedo

DETERMINACIÓN DEL BULBO HÚMEDO			
Área:		135 m ²	
Cultivo:		Lechuga	
Marco de plantación:		0,3 x 0,2m	
Sistema de Riego:		Localizado	
Distancia entre emisores:		0,2 m	
Distancia entre laterales:		0,3 m doble a hilera separadas a 20 cm	
Tratamiento		Diámetro del bulbo húmedo	
T1: 100 Etc		19,5	20
			19,5

T2: 80%Etc	17,5	17,2	16,5
T3: 60%Etc	14,5	14,2	14
Tratamiento	Profundid del bulbo húmedo		
T1: 100 Etc	15	14,6	15,9
T2: 80%Etc	14,2	14	14,3
T3: 60%Etc	13,5	13,2	13
Tratamiento	Diámetro (m)	Profundid (m)	
T1: 100 Etc	0,20	0,15	
T2: 80%Etc	0,17	0,14	
T3: 60%Etc	0,14	0,13	

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022).

Anexo 12. Comportamiento de la evapotranspiración, evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) y evapotranspiración del cultivo (ETc)

Fecha	Ev (mm)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)
19/5/2022	0,90	0,8	0,7	0,70	0,50
20/5/2022	2,50	0,8	2,0	0,70	1,40
21/5/2022	3,20	0,8	2,6	0,70	1,79
22/5/2022	3,60	0,8	2,9	0,70	2,02
23/5/2022	4,80	0,8	3,8	0,70	2,69
24/5/2022	5,00	0,8	4,0	0,70	2,80
25/5/2022	3,20	0,8	2,6	0,70	1,79
26/5/2022	4,00	0,8	3,2	0,70	2,24
27/5/2022	3,10	0,8	2,6	0,70	1,83
28/5/2022	3,50	0,8	2,9	0,70	2,06
29/5/2022	1,60	0,8	1,4	0,70	0,95
30/5/2022	4,80	0,8	3,8	0,70	2,69
31/5/2022	2,50	0,8	2,0	0,70	1,40
1/6/2022	2,60	0,8	2,2	0,70	1,53
2/6/2022	2,20	0,8	1,8	0,70	1,23
3/6/2022	2,00	0,8	1,6	0,70	1,12
4/6/2022	1,00	0,8	0,8	0,70	0,56
5/6/2022	9,00	0,8	7,2	0,70	5,04

6/6/2022	3,70	0,8	3,0	0,70	2,07
7/6/2022	2,00	0,8	1,6	0,70	1,12
8/6/2022	0,30	0,8	0,2	0,71	0,17
9/6/2022	1,50	0,8	1,3	0,71	0,90
10/6/2022	0,50	0,8	0,4	0,72	0,31
11/6/2022	1,50	0,8	1,3	0,73	0,92
12/6/2022	2,50	0,8	2,1	0,73	1,55
13/6/2022	2,90	0,8	2,4	0,74	1,81
14/6/2022	2,30	0,8	1,9	0,75	1,45
15/6/2022	3,00	0,8	2,5	0,75	1,91
16/6/2022	5,50	0,8	4,6	0,76	3,53
17/6/2022	5,60	0,8	4,7	0,77	3,62
18/6/2022	4,20	0,8	3,5	0,77	2,74
19/6/2022	2,70	0,8	2,3	0,78	1,78
20/6/2022	3,20	0,8	2,7	0,79	2,12
21/6/2022	4,20	0,8	3,5	0,79	2,81
22/6/2022	3,20	0,8	2,7	0,80	2,16
23/6/2022	3,00	0,8	2,5	0,81	2,04
24/6/2022	0,80	0,8	0,7	0,81	0,55
25/6/2022	1,70	0,8	1,4	0,82	1,17
26/6/2022	0,90	0,8	0,8	0,83	0,63
27/6/2022	2,70	0,8	2,3	0,83	1,90
28/6/2022	2,60	0,8	2,2	0,84	1,84
29/6/2022	0,30	0,8	0,3	0,85	0,21
30/6/2022	2,60	0,8	2,2	0,85	1,87
1/7/2022	2,40	0,8	2,0	0,86	1,74
2/7/2022	2,90	0,8	2,4	0,87	2,12
3/7/2022	1,90	0,8	1,6	0,87	1,40
4/7/2022	1,30	0,8	1,1	0,88	0,96
5/7/2022	1,10	0,8	0,9	0,88	0,82
6/7/2022	2,30	0,8	1,9	0,89	1,73
7/7/2022	0,00	0,8	-	0,90	-
8/7/2022	5,20	0,8	4,4	0,90	3,97
9/7/2022	0,50	0,8	0,4	0,91	0,38
10/7/2022	2,40	0,8	2,0	0,92	1,86
11/7/2022	1,70	0,8	1,4	0,92	1,33
12/7/2022	5,20	0,8	4,4	0,93	4,09
13/7/2022	0,80	0,8	0,7	0,94	0,63
14/7/2022	3,20	0,8	2,7	0,94	2,55
15/7/2022	4,30	0,8	3,6	0,95	3,45
16/7/2022	2,60	0,8	2,2	0,96	2,10

17/7/2022	3,20	0,8	2,7	0,96	2,60
18/7/2022	2,40	0,8	2,0	0,97	1,97
19/7/2022	2,20	0,8	1,9	0,98	1,81
20/7/2022	6,60	0,8	5,6	0,98	5,48
21/7/2022	4,00	0,8	3,4	0,99	3,34
22/7/2022	3,90	0,8	3,3	1,00	3,28
23/7/2022	3,90	0,8	3,3	0,30	0,99
24/7/2022	3,00	0,8	2,5	0,30	0,76
25/7/2022	1,70	0,8	2,2	0,30	0,67
26/7/2022	1,90	0,8	2,1	0,30	0,64
27/7/2022	3,40	0,8	2,2	0,30	0,67
28/7/2022	3,10	0,8	2,6	0,30	0,79
29/7/2022	4,20	0,8	3,5	0,30	1,06
30/7/2022	3,40	0,8	2,9	0,30	0,86
31/7/2022	1,40	0,8	1,2	0,30	0,35
1/8/2022	1,80	0,8	1,5	0,30	0,46

Anexo 13. Comparación del tratamiento al déficit

ETAPA	Fecha	Etapa	ETc (mm/d)	Pe (mm/d)	Dias	Nn (mm/d)	T1	T2	T3
							100% ETc db (mm/d)	80% ETc db (mm/d)	60% ETc db (mm/d)
INICIAL	19/5/2022	INICIAL	0,50	0,0	1	0,504	0,60	0,48	0,36
	20/5/2022		1,40	0,0	2	1,400	1,67	1,34	1,00
	21/5/2022		1,79	0,0	3	1,792	2,14	1,71	1,28
	22/5/2022		2,02	0,0	4	2,016	2,41	1,92	1,44
	23/5/2022		2,69	0,0	5	2,688	3,21	2,57	1,92
	24/5/2022		2,80	0,0	6	2,800	3,34	2,67	2,01
	25/5/2022		1,79	0,0	7	1,792	2,14	1,71	1,28
	26/5/2022		2,24	0,0	8	2,240	2,67	2,14	1,60
	27/5/2022		1,83	0,0	9	1,831	2,19	1,75	1,31
	28/5/2022		2,06	0,0	10	2,063	2,46	1,97	1,48
	29/5/2022		0,95	0,0	11	0,945	1,13	0,90	0,68
	30/5/2022		2,69	0,0	12	2,688	3,21	2,57	1,92
	31/5/2022		1,40	0,0	13	1,400	1,67	1,34	1,00
	1/6/2022		1,53	0,0	14	1,534	1,83	1,46	1,10
	2/6/2022		1,23	0,0	15	1,232	1,47	1,18	0,88
	3/6/2022		1,12	0,3	16	0,865	1,03	0,83	0,62
	4/6/2022		0,56	2,7	17	(2,160)	-2,58	-2,06	-1,55
	5/6/2022		5,04	0,0	18	5,040	6,02	4,81	3,61
	6/6/2022		2,07	0,0	19	2,072	2,47	1,98	1,48
	7/6/2022		1,12	1,0	20	0,100	0,12	0,10	0,07
DESARROLLO	8/6/2022	DESARROLLO	0,17	1,0	21	(0,850)	-1,01	-0,81	-0,61
	9/6/2022		0,90	0,6	22	0,308	0,37	0,29	0,22
	10/6/2022		0,31	0,0	23	0,305	0,36	0,29	0,22
	11/6/2022		0,92	0,0	24	0,920	1,10	0,88	0,66
	12/6/2022		1,55	0,0	25	1,548	1,85	1,48	1,11
	13/6/2022		1,81	0,0	26	1,812	2,16	1,73	1,30
	14/6/2022		1,45	0,0	27	1,450	1,73	1,38	1,04
	15/6/2022		1,91	0,0	28	1,907	2,28	1,82	1,37
	16/6/2022		3,53	0,0	29	3,525	4,21	3,37	2,52
	17/6/2022		3,62	0,0	30	3,620	4,32	3,46	2,59
	18/6/2022		2,74	0,0	31	2,739	3,27	2,61	1,96
	19/6/2022		1,78	4,3	32	(2,474)	-2,95	-2,36	-1,77
	20/6/2022		2,12	12,8	33	0,050	-12,79	-10,23	-7,67
	21/6/2022		2,81	0,0	34	2,809	3,35	2,68	2,01
	22/6/2022		2,16	0,0	35	2,158	2,58	2,06	1,55
	23/6/2022		2,04	1,8	36	0,255	0,30	0,24	0,18
	24/6/2022		0,55	3,1	37	(2,512)	-3,00	-2,40	-1,80
	25/6/2022		1,17	5,1	38	(3,925)	-4,68	-3,75	-2,81
	26/6/2022		0,63	0,4	39	0,202	0,24	0,19	0,14
	27/6/2022		1,90	0,0	40	1,896	2,26	1,81	1,36
	28/6/2022		1,84	0,0	41	1,840	2,20	1,76	1,32
	29/6/2022		0,21	0,9	42	(0,636)	-0,76	-0,61	-0,46
	30/6/2022		1,87	0,0	43	1,869	2,23	1,78	1,34
	1/7/2022		1,74	0,0	44	1,739	2,08	1,66	1,25
	2/7/2022		2,12	0,6	45	1,522	1,82	1,45	1,09
	3/7/2022		1,40	2,4	46	(0,982)	-1,17	-0,94	-0,70
	4/7/2022		0,96	3,4	47	(2,436)	-2,91	-2,33	-1,74
	5/7/2022		0,82	0,0	48	0,821	0,98	0,78	0,59
	6/7/2022		1,73	0,0	49	1,730	2,07	1,65	1,24
	7/7/2022		-	0,0	50	-	0,00	0,00	0,00
	8/7/2022		3,97	0,0	51	3,970	4,74	3,79	2,84
	9/7/2022		0,38	0,0	52	0,385	0,46	0,37	0,28
	10/7/2022		1,86	0,0	53	1,859	2,22	1,78	1,33
	11/7/2022		1,33	0,9	54	0,476	0,57	0,45	0,34
	12/7/2022		4,09	0,0	55	4,086	4,88	3,90	2,93
	13/7/2022		0,63	0,0	56	0,633	0,76	0,60	0,45
14/7/2022	2,55	0,0	57	2,550	3,04	2,43	1,83		
15/7/2022	3,45	0,0	58	3,451	4,12	3,29	2,47		
16/7/2022	2,10	0,0	59	2,101	2,51	2,01	1,50		
17/7/2022	2,60	0,0	60	2,604	3,11	2,49	1,86		
18/7/2022	1,97	0,0	61	1,966	2,35	1,88	1,41		
19/7/2022	1,81	0,0	62	1,814	2,17	1,73	1,30		
20/7/2022	5,48	0,0	63	5,480	6,54	5,23	3,92		
21/7/2022	3,34	0,0	64	3,344	3,99	3,19	2,39		
22/7/2022	3,28	0,0	65	3,282	3,92	3,13	2,35		
FINAL	23/7/2022	FINAL	0,99	0,0	66	0,987	1,18	0,94	0,71
	24/7/2022		0,76	0,0	67	0,760	0,91	0,73	0,54
	25/7/2022		0,67	0,0	68	0,674	0,80	0,64	0,48
	26/7/2022		0,64	0,9	69	(0,208)	-0,25	-0,20	-0,15
	27/7/2022		0,67	0,0	70	0,666	0,79	0,64	0,48
	28/7/2022		0,79	0,0	71	0,786	0,94	0,75	0,56
	29/7/2022		1,06	0,0	72	1,063	1,27	1,02	0,76
	30/7/2022		0,86	0,0	73	0,861	1,03	0,82	0,62
31/7/2022	0,35	0,0	74	0,354	0,42	0,34	0,25		
1/8/2022	0,46	0,0	75	0,456	0,54	0,44	0,33		
Promedio			129,68	41,99	2.850,00	98,45	104,66	83,73	62,80

Anexo 14. Tiempo de riego por tratamiento durante el ciclo del cultivo

Día	T1		T2		T3	
	Tr (h/d) (h/día)	h/min/s	Tr (h/d) (h/día)	h/min/s	Tr (h/d) (h/día)	h/min/s
1	0,01	0:00:38	0,01	0:00:26	0,01	0:00:19
2	0,03	0:01:47	0,02	0:01:11	0,01	0:00:54
3	0,04	0:02:16	0,03	0:01:31	0,02	0:01:09
4	0,04	0:02:34	0,03	0:01:43	0,02	0:01:17
5	0,06	0:03:25	0,04	0:02:17	0,03	0:01:43
6	0,06	0:03:33	0,04	0:02:23	0,03	0:01:47
7	0,04	0:02:16	0,03	0:01:31	0,02	0:01:09
8	0,05	0:02:51	0,03	0:01:54	0,02	0:01:26
9	0,04	0:02:19	0,03	0:01:33	0,02	0:01:10
10	0,04	0:02:37	0,03	0:01:45	0,02	0:01:19
11	0,02	0:01:12	0,01	0:00:48	0,01	0:00:36
12	0,06	0:03:25	0,04	0:02:17	0,03	0:01:43
13	0,03	0:01:47	0,02	0:01:11	0,01	0:00:54
14	0,03	0:01:57	0,02	0:01:18	0,02	0:00:59
15	0,03	0:01:34	0,02	0:01:03	0,01	0:00:47
16	0,02	0:01:06	0,01	0:00:44	0,01	0:00:33
17	0,00	0:00:00	-0,03	# ₁ VALOR!	-0,02	# ₁ VALOR!
18	0,11	0:06:24	0,07	0:04:17	0,05	0:03:13
19	0,04	0:02:38	0,03	0:01:46	0,02	0:01:19
20	0,00	0:00:08	0,00	0:00:05	0,00	0:00:04
21	0,00	0:00:00	-0,01	# ₁ VALOR!	-0,01	# ₁ VALOR!
22	0,01	0:00:23	0,00	0:00:16	0,00	0:00:12
23	0,01	0:00:23	0,00	0:00:16	0,00	0:00:12
24	0,02	0:01:10	0,01	0:00:47	0,01	0:00:35
25	0,03	0:01:58	0,02	0:01:19	0,02	0:00:59
26	0,04	0:02:18	0,03	0:01:32	0,02	0:01:09
27	0,03	0:01:50	0,02	0:01:14	0,02	0:00:56
28	0,04	0:02:25	0,03	0:01:37	0,02	0:01:13
29	0,07	0:04:28	0,05	0:03:00	0,04	0:02:15
30	0,08	0:04:36	0,05	0:03:05	0,04	0:02:19
31	0,06	0:03:29	0,04	0:02:20	0,03	0:01:45
32	0,00	0:00:00	-0,04	# ₁ VALOR!	-0,03	# ₁ VALOR!
33	0,00	0:00:00	-0,15	# ₁ VALOR!	-0,11	# ₁ VALOR!
34	0,06	0:03:34	0,04	0:02:23	0,03	0:01:48
35	0,05	0:02:44	0,03	0:01:50	0,02	0:01:23
36	0,01	0:00:19	0,00	0:00:13	0,00	0:00:10
37	0,00	0:00:00	-0,04	# ₁ VALOR!	-0,03	# ₁ VALOR!
38	0,00	0:00:00	-0,06	# ₁ VALOR!	-0,04	# ₁ VALOR!

39	0,00	0:00:15	0,00	0:00:10	0,00	0:00:08
40	0,04	0:02:24	0,03	0:01:37	0,02	0:01:13
41	0,04	0:02:20	0,03	0:01:34	0,02	0:01:10
42	0,00	0:00:00	-0,01	#¡VALOR!	-0,01	#¡VALOR!
43	0,04	0:02:22	0,03	0:01:35	0,02	0:01:12
44	0,04	0:02:12	0,02	0:01:29	0,02	0:01:07
45	0,03	0:01:56	0,02	0:01:18	0,02	0:00:58
46	0,00	0:00:00	-0,01	#¡VALOR!	-0,01	#¡VALOR!
47	0,00	0:00:00	-0,03	#¡VALOR!	-0,03	#¡VALOR!
48	0,02	0:01:03	0,01	0:00:42	0,01	0:00:31
49	0,04	0:02:12	0,02	0:01:28	0,02	0:01:06
50	0,00	0:00:00	0,00	0:00:00	0,00	0:00:00
51	0,08	0:05:02	0,06	0:03:23	0,04	0:02:32
52	0,01	0:00:29	0,01	0:00:20	0,00	0:00:15
53	0,04	0:02:22	0,03	0:01:35	0,02	0:01:11
54	0,01	0:00:36	0,01	0:00:24	0,01	0:00:18
55	0,09	0:05:11	0,06	0:03:29	0,04	0:02:36
56	0,01	0:00:48	0,01	0:00:32	0,01	0:00:24
57	0,05	0:03:14	0,04	0:02:10	0,03	0:01:38
58	0,07	0:04:23	0,05	0:02:56	0,04	0:02:12
59	0,04	0:02:40	0,03	0:01:47	0,02	0:01:20
60	0,06	0:03:18	0,04	0:02:13	0,03	0:01:40
61	0,04	0:02:30	0,03	0:01:40	0,02	0:01:15
62	0,04	0:02:18	0,03	0:01:33	0,02	0:01:09
63	0,12	0:06:57	0,08	0:04:40	0,06	0:03:30
64	0,07	0:04:15	0,05	0:02:51	0,04	0:02:08
65	0,07	0:04:10	0,05	0:02:48	0,03	0:02:06
66	0,02	0:01:15	0,01	0:00:50	0,01	0:00:38
67	0,02	0:00:58	0,01	0:00:39	0,01	0:00:29
68	0,01	0:00:51	0,01	0:00:34	0,01	0:00:26
69	0,00	0:00:00	0,00	#¡VALOR!	0,00	#¡VALOR!
70	0,01	0:00:51	0,01	0:00:34	0,01	0:00:25
71	0,02	0:01:00	0,01	0:00:40	0,01	0:00:30
72	0,02	0:01:21	0,02	0:00:54	0,01	0:00:41
73	0,02	0:01:06	0,01	0:00:44	0,01	0:00:33
74	0,01	0:00:27	0,01	0:00:18	0,00	0:00:14
75	0,01	0:00:35	0,01	0:00:23	0,00	0:00:17

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022).

Anexo 15. Volumen de riego aplicado durante el ciclo del cultivo

Días	Etapas	Volumen (m3/ha/ciclo)		
		T1: 100% Etc	T2: 80% Etc	T3: 60% Etc
1	INICIAL	2,84	2,27	1,70
2		7,89	6,31	4,74
3		10,10	8,08	6,06
4		11,36	9,09	6,82
5		15,15	12,12	9,09
6		15,78	12,63	9,47
7		10,10	8,08	6,06
8		12,63	10,10	7,58
9		10,32	8,26	6,19
10		11,63	9,30	6,98
11		5,33	4,26	3,20
12		15,15	12,12	9,09
13		7,89	6,31	4,74
14		8,65	6,92	5,19
15		6,94	5,56	4,17
16		4,88	3,90	2,93
17		-12,18	-9,74	-7,31
18		28,41	22,73	17,05
19		11,68	9,34	7,01
20		0,56	0,45	0,34
Promedio		9,3	7,4	5,6
21	DESARROLLO	-4,79	-3,84	-2,88
22		1,74	1,39	1,04
23		1,72	1,38	1,03
24		5,18	4,15	3,11
25		8,73	6,98	5,24
26		10,21	8,17	6,13
27		8,17	6,54	4,90
28		10,75	8,60	6,45
29		19,87	15,90	11,92
30		20,41	16,33	12,25
31		15,44	12,35	9,26
32		-13,95	-11,16	-8,37
33		-60,39	-48,31	-36,23
34		15,83	12,67	9,50
35		12,16	9,73	7,30

36		1,44	1,15	0,86
37		-14,16	-11,33	-8,49
38		-22,13	-17,70	-13,28
39		1,14	0,91	0,68
40		10,69	8,55	6,41
41		10,37	8,30	6,22
42		-3,59	-2,87	-2,15
43		10,54	8,43	6,32
44		9,80	7,84	5,88
45		8,58	6,86	5,15
46		-5,54	-4,43	-3,32
47		-13,73	-10,99	-8,24
48		4,63	3,70	2,78
49		9,75	7,80	5,85
50		0,00	0,00	0,00
51		22,38	17,90	13,43
52		2,17	1,73	1,30
53		10,48	8,38	6,29
54		2,69	2,15	1,61
55		23,03	18,43	13,82
56		3,57	2,85	2,14
57		14,38	11,50	8,63
58		19,45	15,56	11,67
59		11,84	9,47	7,11
60		14,68	11,74	8,81
61		11,08	8,87	6,65
62		10,23	8,18	6,14
63		30,89	24,71	18,54
64		18,85	15,08	11,31
65		18,50	14,80	11,10
Promedio		2,0	1,6	1,2
66		5,57	4,45	3,34
67		4,28	3,43	2,57
68		3,80	3,04	2,28
69		-1,17	-0,94	-0,70
70	FINAL	3,75	3,00	2,25
71		4,43	3,54	2,66
72		5,99	4,80	3,60
73		4,85	3,88	2,91
74		2,00	1,60	1,20
75		2,57	2,06	1,54
Promedio		3,6	2,9	2,2

Fuente: (Chisaguano & Maigua, 2022).

Anexo 16. Aval del traductor***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

a traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“RESPUESTA DEL CULTIVO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca Sativa*) A LA APLICACIÓN DE TRES LAMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN LAS TERRAZAS DE FORMACIÓN LENTA EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2022”** presentado por: **Chisaguano Quishpe Erick Gaspar y Maigua Vilca Javier Alexander**, egresados de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, de septiembre del 2022

Atentamente,

Nombre del Docente
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: