



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

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

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Moreno Moreno Steeven Bladimir

Tutora:

Ilbay Yupa Mercy Lucila, Ing. Ph.D.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Steeven Bladimir Moreno Moreno con cédula de ciudadanía No. 0550011092, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Respuesta del cultivo de lechuga crespita (lactuca sativa) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022”, siendo la Ingeniera Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 19 de agosto del 2022

Steeven Bladimir Moreno Moreno.

Estudiante

CC: 0550011092

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.

Docente Tutora

CC: 0604147900

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 MORENO MORENO STEEVEN BLADIMIR identificado con cédula de ciudadanía 0550011092 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 Ingeniería Agrónoma titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Respuesta del cultivo de lechuga cresa (*lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 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: Octubre 2018 – Marzo 2019

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutora: Ingeniera PhD. Mercy Lucila Ilbay Yupa.

Tema: “Respuesta del cultivo de lechuga cresa (*lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 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 comunique, 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, 19 de agosto del 2022.

Steeven Bladimir Moreno Moreno

EL CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, PhD.

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 LÁMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, 2022” de Moreno Moreno Steeven Bladimir 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, 19 de agosto del 2022

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, 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, el postulante: Moreno Moreno Steeven Bladimir, 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 el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022”, ha 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, 19 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
CC: 050240972-5

Lector 2
Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, M.Sc.
CC: 050160440-9

Lector 3
Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín, PhD.
CC:050114883-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen del Cisne por la salud y la vida.

A mis padres por ser un ejemplo y sobre todo un apoyo incondicional durante toda esta etapa de mi vida, darles las gracias, por tanto, no me alcanzara la vida para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

Como no también agradecer a todos los Maestros de la carrera de Ingeniería Agrónoma por brindarnos sus conocimientos a lo largo de todos estos 4 años.

En especial a la Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, PhD. tutora de mi proyecto de investigación quien me ha sabido regir con su paciencia y sobre todo sus grandes conocimientos aprendidos en su vida profesional

Steeven Bladimir Moreno Moreno

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico primeramente a Dios, a mi madre Rosario y a mi padre Mario, por ser un pilar fundamental y siempre haberme apoyado en cualquier idea durante esta etapa de mi vida.

Como no también dedicarles a mis hermanos Mario, Janeth, Erick por su compañía y sobre todo por brindarme un consejo y darme ánimos para seguir adelante y nunca rendirme.

Y por último darle las gracias al motor de mi vida y la que siempre me inspiro para seguir adelante mi hija Sofia y también a mi novia Jessenia, por ser esos seres especiales que siempre me apoyaron.

Steeven Bladimir Moreno Moreno

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 LÁMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, 2022”

AUTOR: Moreno Moreno Steeven Bladimir

RESUMEN

En las zonas semiáridas el consumo de agua se ve afectado por el uso inadecuado de la agricultura, ante esta situación, es importante evaluar la respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario. El comportamiento agronómico del cultivo se realizó bajo tres láminas de riego al 100% de evapotranspiración del cultivo (ETc), 80% ETc, 60%ETc, mediante un diseño completamente al azar y prueba de tukey al 0.05 %. También se realizó una evaluación económica mediante indicadores costo-beneficio para cada tratamiento, considerando una reducción del 20% para estimar el rendimiento real del agricultor. Los resultados permitieron identificar que todas las variables evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos es decir que la planta si se ve influenciada por la aplicación de las láminas de riego. Una reducción de las láminas del 20 y 40 % afecta al rendimiento del cultivo en un 0.4 y 0.29 kg respectivamente, Para la rentabilidadde los cultivos se puede comprobar que es rentable implementar un sistema de riego por goteoen el T1 (100%ETc) y T2 (80%ETc), ya que no hay rentabilidad en el T3 (60%ETc), Como conclusión de esta investigación, al momento de dar riego se determina en base a (Kc) que la lámina T1(100%ETc), es la más adecuada para tener mejor producción y rentabilidad. 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.

Palabras clave: Riego, láminas, deficiencia, rentabilidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: “RESPONSE OF THE CRESPA LETTUCE CROP (*Lactuca sativa*) TO THE APPLICATION OF THREE DEFICIT IRRIGATION FILMS IN THE CANTON LATACUNGA, PROVINCE OF COTOPAXI CAMPUS SALACHE, 2022”

AUTHOR: Moreno Moreno Steeven Bladimir

ABSTRACT

In semi-arid areas, water consumption is affected by the inappropriate use of agriculture, in this situation, it is important to evaluate the response of the curly lettuce crop (*Lactuca sativa*) to the application of three sheets of deficit irrigation. The agronomic behavior of the crop was carried out under three irrigation layers at 100% crop evapotranspiration (ET_c), 80% ET_c, 60% ET_c, using a completely randomized design and Tukey test at 0.05%. An economic evaluation was also carried out using cost-benefit indicators for each treatment, considering a 20% reduction to estimate the farmer's real yield. The results allowed us to identify that all the variables showed highly significant differences between the three treatments, that is, the plant is influenced by the application of the irrigation sheets. A reduction of the sheets of 20 and 40% affects the crop yield by 0.4 and 0.29 kg respectively. For the profitability of the crops, it can be verified that it is profitable to implement a drip irrigation system in T1 (100% ET_c) and T2 (80% ET_c), since there is no profitability in T3 (60% ET_c), As a conclusion of this investigation, at the time of giving irrigation it is determined based on (K_c) that the sheet T1 (100% ET_c) , is the most suitable for better production and profitability. The use of high-frequency drip irrigation is a sustainable measure to optimize irrigation management in situations of water scarcity.

Keywords; Irrigation, sheets, deficiency, profitability.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------|
| Contenido | |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | v |
| AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| DEDICATORIA | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | xi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xvi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xvii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xviii |
| 1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO..... | 1 |
| 2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO..... | 2 |
| 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 2 |
| 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION | 2 |
| 5. OBJETIVOS | 3 |
| 5.1 Objetivo General..... | 3 |
| 5.2 Objetivos Específicos | 3 |
| 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. | 4 |
| 7. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA..... | 5 |
| 7.1 Tipos de sistema de riego | 5 |
| 7.1.1 Aspersión | 5 |
| 7.1.2 Goteo | 5 |
| 7.1.3 Exudación | 5 |
| 7.1.4 Surcos | 6 |

| | |
|---|----|
| 7.1.5 Nebulización..... | 6 |
| 7.3.1 Riego deficitario de alta frecuencia..... | 7 |
| 7.4 Riego en el cultivo de lechuga..... | 7 |
| 7.4.1 Riego por goteo en el cultivo de lechuga..... | 7 |
| 7.5 Bases científicas de la temática..... | 8 |
| 7.5.1 Evapotranspiración..... | 8 |
| 7.5.1.1 Proceso de evapotranspiración..... | 8 |
| 7.5.1.2 Conceptos de evapotranspiración..... | 8 |
| 7.5.1.3 Coeficiente único del cultivo..... | 9 |
| 7.5.1.4 Tanque evaporímetro..... | 9 |
| 7.6 Cultivo de lechuga crespa..... | 10 |
| 7.6.1 Descripción de la planta..... | 10 |
| 7.6.2 Requerimientos del cultivo..... | 10 |
| 7.6.2.1 Temperatura..... | 10 |
| 7.6.2.2 Suelos..... | 11 |
| 7.6.2.3 Abonado..... | 11 |
| 7.6.2.4 Características morfológicas..... | 11 |
| 8. HIPÓTESIS..... | 12 |
| 8.1 Hipótesis alternativa (Ha):..... | 12 |
| 8.2 Hipótesis nula (Ho)..... | 12 |
| 8.3 Hipótesis alternante (Ha)..... | 12 |
| 9. DISEÑO METODOLÓGICO..... | 13 |
| 9.1 Ubicación y duración de la investigación..... | 13 |
| 9.2 Tipo de investigación..... | 13 |
| 9.3 Condiciones meteorológicas..... | 14 |
| 9.3.1 Tanque evaporímetro clase A..... | 14 |
| 9.3.2 Pluviómetro..... | 14 |
| 9.4 Materiales y equipos..... | 14 |

| | | |
|---------|---|----|
| 9.5 | Diseño experimental..... | 15 |
| 9.5.1 | Diseño completo al azar | 15 |
| 9.5.2 | Esquema del análisis de la varianza | 15 |
| 9.5.3 | Prueba de medias | 16 |
| 9.5.4 | Comparador y tabla de tukey | 17 |
| 9.6 | Distribución en la parcela | 17 |
| 9.7 | Características del suelo | 18 |
| 9.8 | Condiciones climáticas..... | 19 |
| 9.8.1 | Precipitación..... | 19 |
| 9.8.2 | Evaporación..... | 19 |
| 9.9 | Componentes del sistema de riego..... | 20 |
| 9.9.1 | Reservorio y bomba | 20 |
| 9.9.2 | Red primarias y secundarias | 20 |
| 9.9.3 | Cintas de goteo | 20 |
| 9.10 | Diseño agronómico | 20 |
| 9.10.1 | Evapotranspiración de referencia ETo..... | 20 |
| 9.10.2 | Evapotranspiración del cultivo ETc | 21 |
| 9.11 | Láminas de riego a aplicar | 21 |
| 9.11.1 | Lamina neta | 21 |
| 9.11.3 | Lamina bruta..... | 22 |
| 9.11.3 | Eficiencia del sistema de riego..... | 23 |
| 9.11.4 | Relación de transpiración | 23 |
| 9.11.5 | Tiempo de riego..... | 23 |
| 9.11.6 | Precipitación del emisor | 24 |
| 9.11.7 | Porcentaje de área bajo riego | 24 |
| 9.11.8 | Diámetro del bulbo húmedo | 24 |
| 9.11.9 | Frecuencia de riego | 25 |
| 9.11.10 | Riego de alta frecuencia | 25 |

| | |
|---|----|
| 9.12 Manejo agronómico del ensayo..... | 25 |
| 9.12.1 Preparación del suelo | 25 |
| 9.12.2 Trasplante..... | 25 |
| 9.12.3 Abonado de base..... | 25 |
| 9.12.4 Riego..... | 26 |
| 9.12.5 Semi aporque..... | 26 |
| 9.12.6 Cosecha..... | 26 |
| 9.13 Variables a evaluarse..... | 26 |
| 9.13.1 Altura de la planta..... | 26 |
| 9.13.2 Numero de hojas..... | 26 |
| 9.13.3 Rendimiento total..... | 26 |
| 9.13.4 Determinación del pH y conductividad eléctrica..... | 27 |
| 9.13.5 Determinación de materia orgánica..... | 27 |
| 9.13.6 Evaluación económica..... | 27 |
| 10. RESULTADOS..... | 27 |
| 10.1 Características del suelo | 27 |
| 10.2 Parámetros de riego..... | 27 |
| 10.2.1apotranspiración de Referencia (ET _o) y Evapotranspiración del cultivo (ET _c) | 27 |
| 10.3 Evaluación del sistema de riego | 28 |
| 10.3.1 Determinación de los diámetros profundos de los bulbos húmedos | 28 |
| 10.4 Láminas de riego a aplicar | 29 |
| 10.4.1 Necesidades netas y brutas del cultivo | 29 |
| 10.4.2 Tiempo de riego..... | 29 |
| 10.4.3 Volumen de riego..... | 29 |
| 10.5 Variables evaluadas..... | 30 |
| 10.5.1 Altura de planta | 30 |
| 10.5.2 Numero de hojas | 31 |
| 10.5.3 Peso de planta | 33 |

| | | |
|---------|--|----|
| 10.5.4 | Peso de planta sin raíz | 34 |
| 10.5.5 | Determinación de pH y conductividad eléctrica..... | 35 |
| 10.5.6 | pH..... | 35 |
| 10.5.7 | Conductividad Eléctrica | 37 |
| 10.5.8 | Determinación de materia orgánica..... | 38 |
| 10.5.9 | Rendimiento total (kg/ha)..... | 40 |
| 10.5.10 | Evaluación económica..... | 40 |
| 11. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 42 |
| 11.1 | Conclusiones..... | 42 |
| 11.2 | Recomendaciones..... | 42 |
| 12. | BIBLIOGRAFÍAS..... | 43 |
| 13. | ANEXOS..... | 46 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Hipótesis alternante..... | 12 |
| Figura 2 Campus Salache | 13 |
| Figura 3 Comparación de medias... .. | 16 |
| Figura 4 Distribución en la parcela... .. | 18 |
| Figura 5 Toma de muestras por el método de zigzag..... | 19 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados..... | 4 |
| Tabla N 2 Materiales y equipos..... | 14 |
| Tabla N 3 Esquema del análisis de la varianza..... | 15 |
| Tabla N 4 Tratamientos en estudio..... | 16 |
| Tabla N 5 Requerimiento de agua del cultivo por etapas..... | 28 |
| Tabla N 6 Dimensiones del bulbo húmedo..... | 28 |
| Tabla N 7 Cuadro de medias del volumen de riego..... | 30 |
| Tabla N 8 Altura..... | 30 |
| Tabla N 9 Numero de hojas..... | 32 |
| Tabla N 10 Peso de planta..... | 33 |
| Tabla N 11 Peso de planta sin raíz..... | 35 |
| Tabla N 12 Determinación del pH..... | 36 |
| Tabla N 13 Determinación Conductividad Eléctrica..... | 37 |
| Tabla N 14 Determinación de Materia Orgánica..... | 39 |
| Tabla N 15 Rendimiento total..... | 40 |
| Tabla N 16 Evaluación económica..... | 41 |
| Tabla N 17 Evaporación, Precipitación..... | 52 |
| Tabla N 18 Comportamiento de la evapotranspiración, evapotranspiración del cultivo de referencia (ET _o) y evapotranspiración del cultivo (ET _c)..... | 54 |
| Tabla N 19 Necesidades de agua a aplicar..... | 57 |
| Tabla N 20 Tiempo de riego por tratamiento durante el ciclo del cultivo..... | 61 |
| Tabla N 21 Volumen de riego aplicado durante el ciclo de lechuga cresa..... | 64 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo N 1 Instalación del sistema de riego | 46 |
| Anexo N 2 Diámetro del bulbo húmedo | 46 |
| Anexo N 3 Plantabandas..... | 46 |
| Anexo N 4 Siembra | 47 |
| Anexo N 5 Siembra total | 47 |
| Anexo N 6 Desarrollo de las plantas | 47 |
| Anexo N 7 Cosecha..... | 48 |
| Anexo N 8 Análisis de suelo..... | 49 |
| Anexo N 9 Comportamiento de la evaporación, precipitación durante el ciclo del cultivo. ... | 50 |
| Anexo N 10 Comportamiento de la evapotranspiración de referencia. | 50 |
| Anexo N 11 Lámina bruta de reposición de agua en mm/día | 51 |
| Anexo N 12 Volumen de agua aplicado en m ³ /ha/ciclo | 51 |
| Anexo N 13 Aval de traductor | 67 |

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del proyecto: Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022

Tipo de proyecto: La investigación es de tipo experimental.

Fecha de inicio: Octubre 2018- Marzo 2019

Fecha de finalización: Abril 2022- Agosto-2022

Lugar de ejecución: Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi campus Salache.

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado: Cambio climático

Equipo de trabajo: Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.

Steeven Bladimir Moreno Moreno.

Área de conocimiento: Agricultura

Línea de investigación: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub línea de investigación: Agua y suelos.

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

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Los recursos hídricos de hoy enfrentan serias amenazas, como la demanda agrícola, gracias a la deforestación se ha perdido 420 millones de hectáreas de bosque, la contaminación y el cambio climático a sido afectada por baterías, fármacos fertilizantes y pesticidas, todo lo cual afecta a la producción. Estos recursos deben preservarse y utilizarse de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida. (FAO, 2020)

Los alimentos dependen del agua no solo en forma de precipitaciones, sino fundamentalmente en forma de recursos hídricos que pueden ser utilizados para el riego de cultivos. La demanda del riego se aumenta, debido a las actividades agropecuarias, como es el incremento de las áreas de producción generando una gran competencia entre los usuarios que no usan tecnologías de riego mejoradas (Peña, 2008).

Ante esta situación, es importante evaluar la respuesta de los cultivos de lechuga a la aplicación de láminas de riego deficitario de alta frecuencia para comprender el impacto en la producción y la economía de los hogares de los agricultores. Por lo tanto, sus respectivos valores de uso de agua de riego y la productividad agronómica del agua utilizada para las diferentes láminas de riego son los mismos. Estos resultados nos permitirán desarrollar recomendaciones para una gestión local eficaz del agua de riego. Al apoyar estas tecnologías de producción, pueden adaptarse a los efectos adversos del cambio climático y al aumento de la demanda de agua (López, 2016).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos de este proyecto son los agricultores que apuestan por la producción de lechuga y hortalizas diversas, concientizándolos de que saben gestionar adecuadamente el recurso hídrico para poder evitar la erosión del suelo y ejercer presión sobre las plantas, y como resultado al momento de la cosecha obtener excelentes rendimientos.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

Los recursos hídricos totales de Ecuador son de aproximadamente 375 km³. Hace diez años el consumo de agua en el país era de 15,80 Km³, desglosado en: 1,48 Km³ para

consumo doméstico (9,4%), 13,05 Km³ para consumo agrícola (82,6%) y 1,27 Km³ para producción industrial (8,0%). (Muños, 2012)

En Cotopaxi, la 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. (Muños, 2012)

El déficit hídrico responde a los gramos de vapor de agua que le faltan a la atmósfera, a una temperatura, para estar saturada, es causado por factores tanto naturales como por los que ocasiona los seres humanos. Como es el Cambio climático, contaminación y la sobreexplotación, teniendo como consecuencias, la Limitación en el uso del agua: Lo que afecta el desarrollo de las actividades cotidianas, obligando a modificar hábitos y estilos de vida, Estrés hídrico en plantas: Las plantas pueden sufrir de estrés hídrico si el déficit de agua es constante y acentuado. Esta situación conlleva a cuantiosas pérdidas agrícolas. (Correa, 2013)

5. OBJETIVOS

5.1 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 campus Salache, 2022

5.2 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.
- Valorar la rentabilidad, mediante la relación beneficio – costo; así como la eficiencia de cada tratamiento a través de los indicadores.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla N 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

| OBJETIVOS | ACTIVIDADES | RESULTADOS | VERIFICACION |
|--|--|--|--|
| Determinar el comportamiento agronómico del cultivo por efecto de las láminas de riego aplicadas. | <p>VARIABLES A MEDIR cada 15 días.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altura de planta. - Numero de hojas. | Conocer el efecto de las láminas de riego aplicadas. | <ul style="list-style-type: none"> - Libreta de campo. - Fotografías. - Análisis estadístico. |
| Determinar qué tratamiento ofrece los mejores resultados de productividad. | <ul style="list-style-type: none"> - Recolección de datos. - Rendimientos Kg/ha. | Constatar los resultados de productividad de cada uno de los tratamientos. | <ul style="list-style-type: none"> - Libreta de campo. - Análisis estadístico. |
| Valorar la rentabilidad, mediante la relación beneficio – costo; así como la eficiencia de cada tratamiento a través de los indicadores. | <ul style="list-style-type: none"> - Realizar cálculos de costo de producción. - Costos en los mercados. | <p>Conocer los costos de ingresos y egresos de la lechuga.</p> <p>La relación beneficio costo de este cultivo.</p> | Análisis costo beneficio. |

Elaborado por: Moreno Steeven. (2022)

7. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA

El uso del agua para fines agrícolas es un tema central en cualquier debate sobre recursos hídricos y seguridad alimentaria. En promedio, la agricultura representa el 70 % de las extracciones de agua del mundo, y las actividades agrícolas representan una mayor parte del “consumo de agua” debido a la evapotranspiración de los cultivos. A nivel mundial, se riegan más de 330 millones de hectáreas. La agricultura de regadío representa el 20 % de la tierra cultivable total y el 40 % de la producción mundial total de alimentos. (Nieto, 2017)

El recurso agua es un bien escaso que hay que utilizarlo de la manera más eficiente y eficaz posible. Por ello, la agricultura es una de esas áreas productivas en las que se han desarrollado técnicas de optimización de agua.

7.1 Tipos de sistema de riego

Son de mucha utilidad para el cultivo de las plantas, este provee el agua necesaria para el desarrollo de los cultivos. Está compuesto por varias estructuras que permiten impulsar el agua existente (Sierra, 2020).

7.1.1 Aspersión

El objetivo de este sistema es lanzar el agua desde un punto hasta otro, logrando humedecer la zona cultivada, las ventajas que tiene la aspersión es al ahorro de agua frente a otros tipos de riego y que también se puede ajustar la orientación lo que permita una mayor precisión y abarcar mayor área de regadío (Sierra, 2020).

7.1.2 Goteo

Se le denomina riego gota a gota, es utilizado en zonas en las que el agua escasea y optimiza ese recurso de una manera considerable, el funcionamiento es distribuir el agua a través de goteros haciendo que las zonas de las raíces estén humedecidas, tiene como ventajas la automatización del sistema que permite un mayor control y mayor libertad, reduce la proliferación de malas hierbas y de plagas (Toledo, 2012).

7.1.3 Exudación

Se maneja una manguera porosa de la misma sale continuamente una mínima cantidad de agua que se reparte uniformemente. Esta manguera es enterrada a unos 0.10 m del suelo, haciendo que quede oculta y libera el agua más cerca de las raíces una de las ventajas es

que no encharca el terreno tiene una mayor eficiencia y su instalación es cómoda (Pizarro, 1996).

7.1.4 Surcos

El riego es superficial o por gravedad, donde el agua se traslada o aplicada por zanjas, canales o surcos entre las hileras de los cultivos. Es decir, se desliza por la pendiente sin energía extra para su movimiento, una de las ventajas es la poca mano de obra, riego localizado, reducción de enfermedades, solo actúa sobre las raíces de las plantas es muy esencial en áreas pequeñas o campos irregulares (Pineda, 2018).

7.1.5 Nebulización

Este riego produce niebla fina. El agua a presión sale por un orificio de pequeño diámetro, de forma que el chorro producido se estrella contra una pared cóncava que lo despiden y atribuye en forma nebulizada, tiene como ventaja refrescar al ambiente y favorece mantener la humedad en sustratos es ideal para las piloneras (Angel, 2008).

7.2 Estrategias de riego

Consiste aplicar el riego cuando el déficit de agua en el suelo sea igual al nivel de agotamiento permisible, aplicando las necesidades brutas de riego. Teniendo en cuenta el balance de agua que se aporta al sistema suelo-planta menos agua que se extrae del sistema es una de las estrategias más recomendable ya que permite que no haya problemas de extracción de agua y que la producción final no se vea afectada (Luque, 2015).

7.3 Riego deficitario

Es una de las estrategias que consta en la optimización del recurso agua teniendo en cuenta las necesidades hídricas del cultivo. Cuando el cultivo se encuentre en una fase sensible a la sequía será regado, pero fuera de este periodo el riego será limitado, es importante económicamente ya que aumenta la rentabilidad sin disminuir la producción en corto plazo de tiempo (Rodríguez, 2020).

Para aplicar el riego deficitario hay que tener en cuenta estos factores como es humedad del suelo, análisis y caracterización del tipo de suelo físicas como químicas, evaluación de las medidas de capacidad de campo y punto de marchitez. Para optimizar el riego deficitario el rango está delimitado por los límites de punto de marchitez y la capacidad

de campo los agricultores deben mantener el punto de humedad en el suelo (Rodríguez, 2020).

7.3.1 Riego deficitario de alta frecuencia

El riego deficitario de alta frecuencia, que incluye regar todo el ciclo sin las necesidades de los cultivos, pero con una frecuencia de entrada lo suficientemente alta como para evitar la aparición de estrés (Olalla, 2005).

La creciente escasez de agua agrícola y la necesidad de hacer un mejor uso de ella ha despertado el interés de diferentes equipos de investigación, que han encaminado su trabajo hacia nuevas estrategias de riego, tendientes a reducir el aporte de agua, en relación con el rendimiento y la calidad de la cosecha impacto mínimo (Sellés, 1997).

7.4 Riego en el cultivo de lechuga

El cultivo de lechuga requiere una lámina de riego de 50 cm, así como 10 cm de lavado de sales. La placa de riego se puede prescindir de 6 mm de agua al día durante los meses fríos (otoño - invierno) y de 10 mm de agua durante los meses cálidos (primavera - verano) (Martínez, 2019).

Por gravedad, es mejor regar varias veces, las plantas necesitan de seis a siete riegos, a pesar de la eficiencia del riego por parches, el nivel freático sube a 80 cm/ha, y mediante la compactación es posible utilizar losas de riego diario. Sin embargo, dado que estos volúmenes de agua son muy pequeños, se recomienda realizar riegos a intervalos de dos a tres días para evitar cualquier incidencia en el funcionamiento de los equipos requeridos, reparar y evitar daños en los cultivos por estrés hídrico (Martínez, 2019).

7.4.1 Riego por goteo en el cultivo de lechuga

La técnica de riego por goteo, es la técnica más avanzada de que se dispone actualmente para la aplicación eficientemente de agua a los cultivos, y consiste fundamentalmente, en poner el agua en la parte radicular.

El riego por goteo es el sistema más utilizado para el riego de lechugas. El sistema de riego por goteo permite un riego continuo en todo el cultivo, manteniendo la capacidad de campo durante todo el ciclo de producción. Los sistemas de riego deben diseñarse de manera que todas las plantas en la misma cama reciban la misma cantidad de agua (Azud, 2016).

7.5 Bases científicas de la temática

7.5.1 Evapotranspiración

Es 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:

7.5.1.1 Proceso de evapotranspiración

Evaporación

Es un proceso esencial del ciclo hidrológico, pues este se estima que aproximadamente el 75% de la precipitación total anual que ocurre sobre los continentes regresa a la atmosfera en forma de vapor directamente por evaporación o a través de las plantas por la transpiración (Gray, 1973).

Transpiración

No es nada más que la salida de agua hacia la atmosfera, desde las superficies celulares que, en conjunto al intercambio de dióxido de carbono determinan la eficacia del uso de agua de una planta y se halla relacionado con la fotosíntesis (Talón, 2000).

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 vegetal. 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 (Perreira, 2006).

7.5.1.2 Conceptos de evapotranspiración

El concepto de evapotranspiración incluye dos diferentes definiciones

Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)

Es un parámetro relacionado con el clima que representa la fuerza de evaporación de la atmósfera, que ocurre sin restricciones de agua y se conoce como la transpiración del cultivo de referencia conocida como ET_o (Allen, 2006).

Evapotranspiración del cultivo (ETc)

La evapotranspiración se refiere, en condiciones óptimas presentes en parcelas con un excelente manejo y adecuado aporte de agua y que logra la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas.

Debido a las variaciones de las características del cultivo en los diferentes periodos de crecimiento por lo que para un determinado cultivo el coeficiente del cultivo cambia desde el momento de la siembra hasta la cosecha (Perreira, 2006).

7.5.1.3 Coeficiente único del cultivo

El coeficiente de cultivo (K_c) con E_{To} para calcular la tasa de transpiración de cada cultivo. Los agricultores pueden utilizar el valor de ET_c obtenido para determinar la frecuencia y la cantidad de agua que se utilizará para cada riego. (Allen, 2006) nos dice que debemos considerar el k_c como se nombra a continuación:

- Considerar el K_c como un coeficiente único, relacionado con cada cultivo y las etapas vegetativas del mismo.
- Considerar el K_c como un valor compuesto por la suma de dos coeficientes, K_c denominado como coeficiente base del cultivo y el K_e coeficiente de Evaporación del suelo.

7.5.1.4 Tanque evaporímetro

Este tanque puede relacionar la evaporación del agua en el reservorio con la transpiración del cultivo de referencia. La tasa de evaporación de los tanques evaporadores llenos de agua se puede obtener fácilmente. Cuando no llueve, la cantidad de agua evaporada durante el tiempo (mm/día) corresponde a la disminución de la altura del agua en el depósito durante este tiempo. Los embalses proporcionan una medida de los efectos integrados de la radiación, el viento, la temperatura y la humedad en la evaporación de la superficie del agua libre (Gómez, 2021).

Aunque los tanques de evaporación responden de manera similar a los factores climáticos que afectan la transpiración de los cultivos, muchos factores marcan una diferencia significativa en la pérdida de agua de la superficie de evaporación natural. Por la superficie implantada (Gómez, 2021).

7.6 Cultivo de lechuga crespa

En Ecuador, sus plantaciones se concentran en Azuay, Tungurahua, Pichincha y Loja, provincias propicias para su producción. Las temperaturas en estas áreas oscilan entre los 15 y los 20 grados centígrados, lo que es favorable para el cultivo. Se sostiene que hay una explosión en la demanda y consumo de lechuga en el país, pues ya se usa para preparar platos gourmet. El agricultor Julio Peña dice que el tamaño de las lechugas varía de 30 a 40 centímetros. Los rendimientos son mayores cuando hay suficiente agua para el riego. El valor del producto es bajo: de 25 a 35 centavos por unidad de lechuga. Los precios suben y una lechuga puede costar 50 centavos (Villacis, 2011).

Para su producción se recomienda utilizar suelo arenoso y sin malas hierbas. El suelo se prepara con compost para la siembra y se puede cosechar después de 70 días, cuando sus hojas estén consistentes (Villacis, 2011).

7.6.1 Descripción de la planta

La lechuga es una hortaliza anual que es muy conocida porque se cultiva ya sea por sus grandes hojas que en algunas variedades forman repollos casi compactos.

Raíz: Esta raíz nunca sobrepasa los 25 cm de profundidad es pivotante corta y con ramificaciones. Hojas: Las hojas están colocadas en roseta sus bordes pueden ser limbos lisos ondulado o aserrado. Tallo: Es cilíndrico y ramificado. Inflorescencia: Son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos. Semillas: Están provistas de un vilano plumoso (Barreno, 2019).

7.6.2 Requerimientos del cultivo

7.6.2.1 Temperatura

La temperatura óptima para la germinación está entre 18-20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo, se requiere que la temperatura sea de 14-18 °C durante el día y de 5-8 °C durante la noche, tal como lo requiere la lechuga.

Esta planta es menos tolerante a las altas temperaturas que a las bajas, pues a temperaturas máximas puede soportar hasta 30°C y las mínimas hasta -6°C. Cuando la lechuga tolera las bajas temperaturas por un tiempo, sus hojas se vuelven un poco rojas, lo que puede pensarse erróneamente como falta de nutrientes (Leiva, 2017).

7.6.2.2 Suelos

El suelo preferido para la lechuga es un suelo franco, arenoso y bien drenado con un pH ideal entre 6,7 y 7,4. En un suelo húmedo, la lechuga crece bien, pero si es demasiado ácida, se debe usar cal.

Este cultivo no es resistente a la sequía, aunque es conveniente dejar secar la superficie del suelo para evitar en lo posible la aparición de moho.

Durante la temporada de primavera, se recomienda un suelo arenoso porque se calienta más rápido y permite una cosecha más temprana.

En otoño, se recomienda utilizar suelos ricos en humus porque se enfrían más lentamente que los suelos arenosos.

En el cultivo de verano se prefieren suelos ricos en materia orgánica por un mejor aprovechamiento del agua y un crecimiento más rápido de las plantas (Ortega G. , 2011).

7.6.2.3 Abonado

El 60-65% de todos los nutrientes se absorben durante la formación de la planta y deben suspenderse durante al menos una semana antes de la cosecha.

la lechuga es una planta que requiere una alta fertilización con potasio, y es necesario prestar atención al aporte de este elemento, especialmente durante los períodos de baja temperatura; Consumir más potasio absorberá más magnesio, por lo que esto debe tenerse en cuenta para equilibrar esta deficiencia potencial. Sin embargo, se debe evitar el uso excesivo, especialmente de fertilizantes nitrogenados, para evitar la toxicidad de la planta por exceso de sal y lograr una buena calidad de la hoja y una adecuada formación de raíces. Este es también un cultivo bastante exigente en molibdeno en las primeras etapas de crecimiento, por lo que es conveniente utilizar este fertilizante foliar, tanto para la prevención como para la corrección de posibles carencias (Ortega G. , 2011).

7.6.2.4 Características morfológicas

Debido a la gran variabilidad de las lechugas obtenidas, existe una gran variación morfológica entre ellas. En cualquier caso, lógicamente hablando, aún conservan cierto parecido con los caracteres

Las hojas primero forman una roseta, y luego forman un cogollo algo tirante, aunque hay algunas que no forman cogollo. Las hojas pueden ser redondas, en forma de eje o casi

escamosas, con bordes lisos o en zigzag, de color verde en varios tonos, incluidos los tonos de rojo.

Suele ser anual, aunque algunas variedades lo hacen todos los años. Por lo general, en el estado vegetativo avanzado, los brotes se abren y aparecen tallos cilíndricos. Este tallo se ramifica hasta un tercio de su altura, tiene muchas hojas cada vez más pequeñas y termina con una inflorescencia que consiste en muchas cabezas de flores amarillas.

Las semillas son pequeñas bayas blancas o negras similares. Estas semillas tienen una capa de vellosidades. Un gramo contiene 800 semillas. Su capacidad para germinar 4-6 años (Chiles, 2017).

8. HIPÓTESIS

8.1 Hipótesis alternativa (Ha):

Cuál es 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.

8.2 Hipótesis nula (Ho):

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

8.3 Hipótesis alternante (Ha)

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

| Tratamientos | |
|--------------------------------|--------------------------|
| $H_0: \sum_{i=1}^k t_i = 0$ | $H_0: \sigma_e^2 = 0$ |
| $H_a: \sum_{i=1}^k t_i \neq 0$ | $H_a: \sigma_e^2 \neq 0$ |
| Modelo 1 Fijo | Modelo 2 Aleatorio |

Figura 1 Hipótesis alternante

9. DISEÑO METODOLÓGICO

9.1 Ubicación y duración de la investigación

La presente investigación se realizó en la universidad técnica de Cotopaxi campus Salache, está dentro del perímetro rural cantón Latacunga, ubicada al suroeste de la cabecera cantonal, junto a la E35 en el km 7,53 vía Salache a 2,870 msnm su temperatura media es de 13,6°C (GPS, 2020).



Figura 2 Campus Salache

Extraído de (GPS, 2020).

9.2 Tipo de investigación

Tipos

Descriptiva: Tipo descriptiva porque nos permitió determinar costos de producción del cultivo de lechuga

Experimental: El proyecto fue de tipo experimental, permitió conocer que tratamiento ofrece los mejores resultados de productividad.

Técnicas

Observación: Esta técnica se aplicó para determinar el desarrollo de la planta de igual manera permitió comprobar la eficiencia de las láminas de riego aplicadas.

Registros: Se registró en la libreta de campo las variaciones de los datos experimentales de acuerdo a cada tratamiento.

9.3 Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas de la zona de estudio se basaron en información de la estación meteorológica Universidad técnica de Cotopaxi (M1238) esta, considerando las variables de evaporación y precipitación diaria.

9.3.1 Tanque evaporímetro clase A

Permite estimar la evapotranspiración de referencia y obtener valores reales de las necesidades hídricas del cultivo, el tanque consta de un extraordinario sensor ultrasónico, se monta en un pocillo tranquilizador para 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 P. M., 2022).

9.3.2 Pluviómetro

Es un instrumento que se utiliza para medir la cantidad de agua procedente de la precipitación ya sea en forma de lluvia, nieve, o granizo. Está formado por una serie de vasos cilíndricos en cuya boca de recepción lleva un aro de borde muy afilado y calibrado (Quevedo, 2022).

9.4 Materiales y equipos

Se detallan los materiales utilizados en la investigación.

Tabla N 2 Materiales y equipos.

| MATERIALES | EQUIPOS |
|------------|--------------------|
| Plántulas | Flexómetro |
| Piolas | Cinta métrica |
| Estacas | Computador |
| Azadón | Cámara fotográfica |
| Rastrillo | |
| Abonos | |

Elaborado por: Moreno Steeven (2022).

9.5 Diseño experimental

Esta es una técnica en estadística que ayuda a evaluar las causas y efectos de una variable sobre otra en el marco de una investigación empírica. Por lo tanto, al aplicar esta técnica, el investigador ajusta intencionalmente la variable independiente para estimar sus efectos sobre la variable dependiente. Si un cambio en la variable independiente puede cambiar la variable dependiente, entonces la investigación empírica es válida (Montoya, 2011).

9.5.1 Diseño completo al azar

Es el más simple de todos los diseños que se utiliza para comparar dos o más tratamientos. Se llama completamente al azar porque todas las ejecuciones experimentales se realizan en un orden completamente aleatorio. La prueba se basa en el análisis de varianza. Descomposición de la varianza total en varianza de procesamiento y varianza de error

El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos para la cual se compra la varianza del tratamiento contra la varianza del error (Sánchez, 2015).

9.5.2 Esquema del análisis de la varianza

En la presente investigación se utilizó un Diseño completo al azar (DCA), con tres tratamientos incluido el testigo y tres repeticiones. Este modelo considera al campo experimental dividido en tres grupos de tres unidades experimentales (UE) cada uno, donde los 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 plantabandas. Dentro de cada plantabanda las unidades experimentales (UE) son asignadas aleatoriamente, cada tratamiento ocurre exactamente una vez en una plantabanda, en un total de nueve unidades.

Tabla N 3 Esquema del análisis de la varianza.

| Fuente de Variación | Formula | Grados de libertad |
|---------------------|--------------|--------------------|
| Repeticiones | $(R-1)$ | 2 |
| Tratamientos | $(T-1)$ | 2 |
| Error | $(T-1)(R-1)$ | 4 |
| Total | | 8 |

Elaborado por: Moreno Steeven

El factor en estudio es la lámina de riego estudiada mediante tres tratamientos como se muestra en el cuadro.

Tabla N 4 Tratamientos en estudio.

| TRATAMIENTO | LAMINAS |
|-------------|----------------------|
| T1 | 100% ET _c |
| T2 | 80% ET _c |
| T3 | 60% ET _c |

Elaborado por: Moreno Steeven (2022)

ET_c: Evapotranspiración del cultivo de lechuga crespa, representa el agua que demanda el cultivo.

9.5.3 Prueba de medias

La prueba de Tukey es un método diseñado para comparar medias individuales en un ANOVA de varias muestras que han sido tratadas de manera diferente. Esta prueba fue introducida por John en 1949. W. Tukey, permite discernir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes. También se conoce como prueba HSD de Tukey (John., 1949).

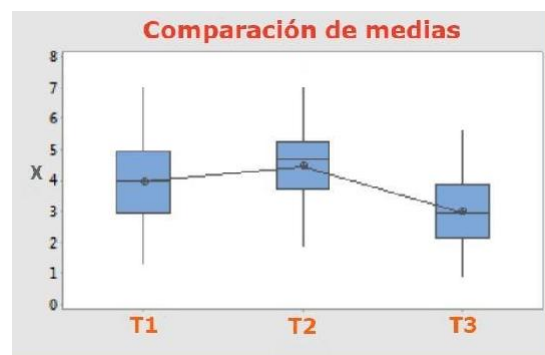


Figura 3 Comparación de medias

Extraído de (John., 1949)

Figura 1. La prueba de Tukey permite discernir si las diferencias de resultado entre tres o más tratamientos diferentes aplicado a tres o más grupos de iguales características, tienen valores promedio significativa y honestamente distintos.

9.5.4 Comparador y tabla de tukey

En la aplicación de esta prueba se calcula un valor w llamado el comparador de Tukey cuya definición es como sigue:

$$w = q\sqrt{(MSE/r)}$$

donde el factor q se obtiene de una tabla (Tabla de Tukey) que consta de filas de valores q para diferente número de tratamientos o experimentos. Estas columnas representan los valores del factor q para diferentes grados de libertad. Normalmente, la importancia relativa de las tablas disponibles es 0,05 y 0,01. En esta fórmula, el factor MSE (Mean Squared Error) aparece dentro de la raíz cuadrada, dividida por r , que representa el número de repeticiones. MSE es un número generalmente obtenido del análisis de varianza (ANOVA) (John., 1949).

9.6 Distribución en la parcela

El lote de terreno en el cual se realizó la investigación fue de 71,40 m², se realizó 9 camas de 0.90 m de ancho, y 5 m de largo. Para el área individual de las camas, 0.90 m y 5 m de largo, con tres hileras distanciadas a 0.30 m y con una separación entre plantas de 0.20m dando lugar a 75 plantas por unidad experimental y una población total de 676 plantas totales.

La cantidad de plantas evaluadas se consideró tomando en cuenta el número mínimo de 8 grados de libertad en el error experimental, por lo que se ha establecido tres repeticiones por cada uno de los tratamientos. La evaluación se realizó de manera sistemática dentro de las 9 camas y basado en un número de 10 plantas.

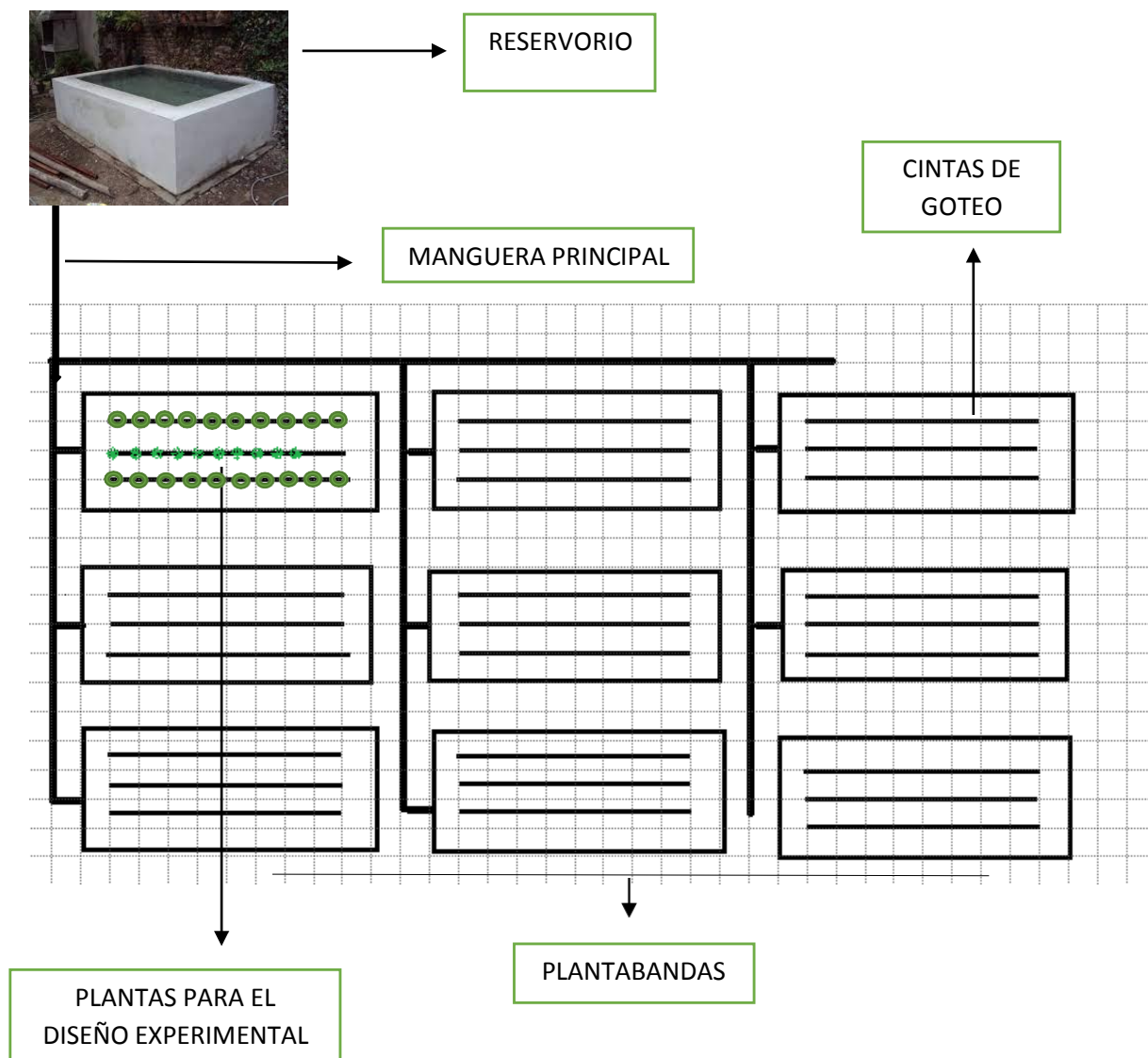


Figura 4 Distribución en la parcela

Elaborado por: Moreno Steeven (2022)

9.7 Características del suelo

Para entender las características físicas del suelo, nivel de fertilidad y aplicar cantidades necesarias de nutrientes al cultivo de lechuga se realizó el análisis de suelo, en el laboratorio del INIAP. La toma de muestra se basó en 15 submuestras recolectadas por el método de zigzag. (Bejarano, 1989). Los parámetros evaluados fueron: el pH, así también

como macro y micro elementos. (P), (S), (B), (K), (Ca), (Mg), (Zn), (Cu), (Fe), (Mn), materia orgánica, y por último la textura.

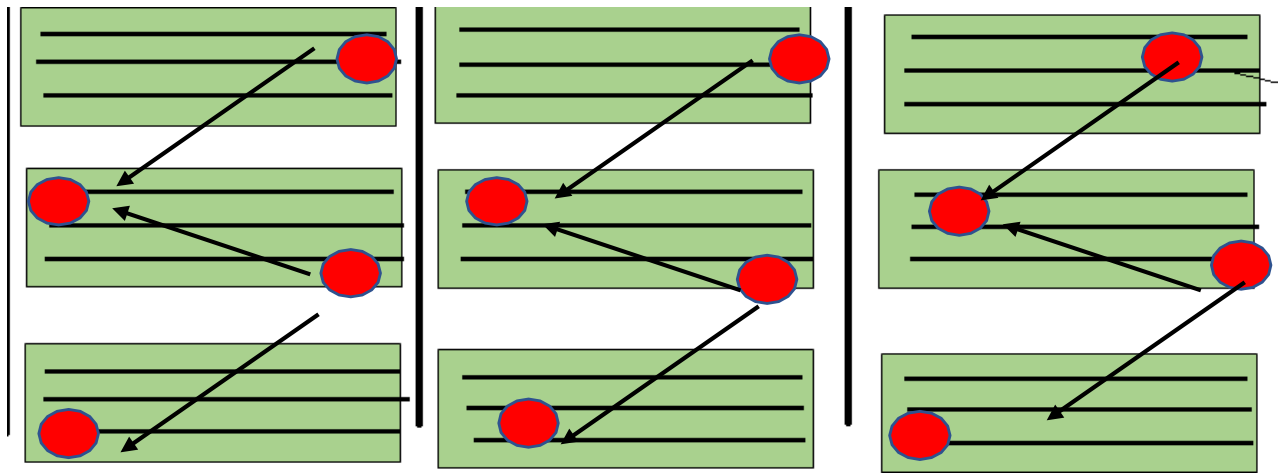


Figura 5 Toma de muestras por el método de zigzag

Elaborado por: Moreno Steeven (2022)

9.8 Condiciones climáticas

9.8.1 Precipitación

La precipitación es una fase del ciclo hidrológico que implica la caída de agua desde la atmósfera hasta la superficie terrestre, es el resultado de la condensación, la acumulación de vapor de agua en la atmósfera que promueve la formación de nubes. Cuando las nubes acumulan grandes cantidades de vapor de agua, el peso de las gotas hace que el agua caiga a la superficie (Fernandes, 2018).

9.8.2 Evaporación

La evaporación es el proceso físico por el cual una sustancia líquida se transforma lenta y gradualmente en un estado gaseoso. Este proceso ocurre en la superficie de un líquido como resultado de la liberación de moléculas de líquido a través de su tensión superficial. El proceso de evaporación es constante en nuestro medio y se produce de forma espontánea (Zita, 2022).

Se comprobó el comportamiento del clima durante el desarrollo de la lechuga mediante el registro de precipitación y evaporación en milímetros de la estación agrometeorológica, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, esta estación se encuentra ubicada a 200 metros de distancia del terreno donde se realizó la investigación.

9.9 Componentes del sistema de riego

9.9.1 Reservorio y bomba

El tamaño del reservorio es de $12m^2$, 3 metros de largo y 4 metros de ancho, y como el suministro de agua de la universidad son los días miércoles y viernes haciendo que aquellos días el tanque se encuentre lleno. Oaklan BP - 1240 es una bomba de agua de $\frac{1}{2}$ hp de capacidad, con una velocidad de 3460 rpm y una capacidad de bombeo de 40 litros por minuto, ideal para trabajos agrícolas.

9.9.2 Red primarias y secundarias

El sistema de riego está compuesto de la tubería principal de 2 pulgadas desde la bomba, de ahí se deriva tres monturas de 32x1 seguido de esto van 9 unidades de tee flez 1 pulg -19 adaptadores Flex 1 pulg, 11 válvulas compactas, 50 metros de manguera negra 16mmx0.40 mpa, 140 metros de cinta de goteo a 20 cm marca dripline 16mm, 27 conectores secundarios de 16mm x 16mm de anillo, 27 fin de línea anillo 16mm.

9.9.3 Cintas de goteo

En cada plantabanda se colocó cintas de goteo marca dripline de 16mm colocadas en tres hileras con una separación de 20 cm y entre laterales 30 cm. Es decir 3 líneas de goteo por cada unidad experimental de 5 metros de largo para un total de 15 metros por tratamiento, con un caudal de 1.60 litros por hora.

9.10 Diseño agronómico

Para planificar el riego es necesario conocer las necesidades hídricas del cultivo de lechuga, es decir, la cantidad de agua que se requiere para su crecimiento y desarrollo adecuado.

9.10.1 Evapotranspiración de referencia ETo.

La evapotranspiración de referencia es el dato de partida para el diseño de los sistemas de riego, con este valor se determinan el caudal de diseño que permite definir como el

mecanismo que asegure el crecimiento potencial de las plantas. La E_{To} se calculó mediante el método del tanque evaporímetro clase A en base a los registros de la evaporación (ver sección 3.9.2) como se observa en la siguiente ecuación (Cirilo, 2021).

$$E_{to}(mmdia) = E_v \times K_p$$

E_v : corresponde a la lectura diaria de evaporación del tanque.

K_p : coeficiente del tanque evaporímetro clase A.

9.10.2 Evapotranspiración del cultivo E_{Tc}

(Petillo, 2015) nos dice que el agua que se encuentra disponible en el suelo se agota por el consumo de las plantas (transpiración) por la evaporación superficial y por el drenaje la suma de la transpiración y evaporación se conoce como la evapotranspiración (E_{Tc}). Para determinar la evapotranspiración del cultivo de lechuga se utilizó el procedimiento indicado en la FAO N 56 mediante la ecuación siguiente.

$$E_{Tc}(mm/d) = E_{To} \times K_c$$

E_{To} : evapotranspiración de referencia (mm/día).

K_c : coeficiente del cultivo de lechuga asumiendo los valores de coeficientes de los cultivos de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo. Se utilizó un K_c inicial de 0.75, K_c media de 1,0 y 0,30 para la etapa final.

9.11 Láminas de riego a aplicar

9.11.1 Lámina neta

El porcentaje de humectación para riego se refiere a la porción del área de tierra que moja la cinta de goteo; es decir, el riego por goteo no moja el 100% de la tierra, sino solo una pequeña porción. $L_b = L_n / E_f$. En nuestro ejemplo, el valor de la capa de riego neta se basa en la fórmula anterior: $L_b = 6 \text{ mm} / 0,90 = 6,6 \text{ mm}$. Este será el valor del agua que aplicaremos al suelo mediante riego para restaurar su capacidad de campo (Baralt, 2017).

Las necesidades netas de riego se determinaron en base a la ecuación.

$$Nn = ETc - Pe = ETc(\text{ajustada})$$

donde:

Pe: precipitación efectiva (mm/día).

9.11.2 Determinación de la precipitación efectiva

Se realizó en base al método de servicio de conservación de suelos de los EEUU que se considera la siguiente ecuación.

$$\text{para } Pt < 250\text{mm/mensual}$$

Pt: precipitación media mensual

En referencia a esta ecuación y a la precipitación media mensual (Pt) que es para el periodo de la estación ya antes mencionada.

Pe: $0.80 p$

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

9.11.3 Lamina bruta

Se denomina lámina bruta a la lámina total aplicada a una superficie mediante el riego. Resulta de discurrir el volumen final de agua ingresado a una superficie, dividido por el área donde se emplea. Se determinó la lámina bruta considerando la uniformidad del riego

Nb:

E: eficiencia del sistema de riego (%)

9.11.3 Eficiencia del sistema de riego

Es la cantidad del recurso agua rentable para las plantas que se queda en el suelo después de regar, en relación al total del agua que se aplicó. Los góteros solo tienden a humedecer generalmente el área que se encuentra debajo del follaje de la planta por lo que la evaporación es prácticamente nula y por tanto no hay escorrentía. Se considera que la eficiencia de riego por goteo en la siguiente ecuación (Ortega F. , 2018).

$$E = RT \times CU$$

E: eficiencia del sistema de riego

RT: relación de transpiración

CU: Coeficiente de uniformidad (%)

9.11.4 Relación de transpiración

La evaluación en campo es especialmente difícil ya que dentro del bulbo húmedo las variaciones de la atención de humedad son muy reducidas para poder detectar la percolación profunda y que los valores normales de la relación de transpiración RT están comprendidos entre 0.8 y 0.9. Para la investigación un valor igual 0,9 de relación de transpiración RT. Esto se transforma en la siguiente ecuación (Karmelli, 1975).

$$E: 0.9 \times CU$$

9.11.5 Tiempo de riego

El tiempo de riego en sistemas localizados está dado por el caudal de los emisores utilizados, el número de emisores que riegan el área considerada en el cálculo de DA y la eficiencia de aplicación del método de riego, que es del orden de 80 a 90%.

Se calculó el tiempo de riego en base a la siguiente expresión:

$$Tr = Nb/P$$

Tr: Tiempo de riego (h/día)

Nb: Lamina bruta (mm/día)

P: Precipitación del emisor (mm/h)

9.11.6 Precipitación del emisor

Se calculo mediante la metodología propuesta por Gavilánez (2009) que considera la ecuación de la siguiente manera

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.

9.11.7 Porcentaje de área bajo riego

Toda aquella superficie que, estando contenida dentro de un área de regadío, posee potencialidad para ser regados, entendiéndose como potencialidad el hecho conjugado de tener acceso al agua, El riego por goteo se considera la siguiente ecuación (Soria, 2015).

$$Par = \frac{\times d^2}{de \times dl}$$

Par: Porcentaje de área baja riego.

d: Diámetro del bulbo húmedo (m)

de: Distancia entre emisores (m)

dl: Distancia entre laterales (m)

9.11.8 Diámetro del bulbo húmedo

El diámetro del bulbo húmedo se determinó en campo, se seleccionó tres goteros en diferentes sitios para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones se perforo un hoyo

en las zonas humedecidas por el gotero con el propósito de observar y medir el diámetro de cada bulbo, así como sus profundidades.

9.11.9 Frecuencia de riego

Se define como la frecuencia con que se aplica agua a un cultivo en particular en una etapa determinada de crecimiento; se expresa en días, La aplicación del agua de riego se realizó a través de las lecturas diarias de evaporación del tanque y el uso del coeficiente del cultivo lo cual permite manejar la reposición de la lámina de riego (Mendez, 2007).

9.11.10 Riego de alta frecuencia

Riego local de alta frecuencia: una combinación de métodos de riego por goteo, aspersión, micro aspersión y exudación, regada cada dos días, dos o tres días, esforzándose por mantener las condiciones de humedad del suelo cerca del punto óptimo donde la capacidad de campo (CC) la frecuencia es fija y el tiempo de riego varía, dependiendo del consumo de agua de las plantas.

9.12 Manejo agronómico del ensayo

9.12.1 Preparación del suelo

Con la ayuda de un tractor se realizó el arado con el objetivo de la descompactación del terreno, para que el suelo quede completamente mullido haciendo que al momento de la siembra las raíces de las plantas no tengan ningún problema y su desarrollo sea excelente.

9.12.2 Trasplante

Para proceder a la siembra se utilizó 700 plántulas de lechuga crespita, el abonado fue de un quintal de eco bonaza para tres tratamientos, siendo así un total de tres sacos para las 9 plantabandas.

9.12.3 Abonado de base

Según PRONACA (2000) es un abono ecológico que se deriva de la poliniza la cual es secada clasificada y procesada para potenciar sus cualidades, además este abono ayuda aportando al suelo elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos. Se procedió a realizar hoyos para trasplantar la plántula.

9.12.4 Riego

Se inició desde el día de la siembra en base a la toma de datos de la evaporación del tanque evaporímetro, estos datos nos permitió calcular la cantidad de agua requerida para reponer el déficit hídrico.

9.12.5 Semi aporque

Favorece al desarrollo de las raíces en el suelo, este ayuda y facilita el abonamiento de las plantas y por último ayuda al crecimiento y permite la eliminación de malas hierbas. Con la ayuda de un rastrillo pequeño se procedió a realizar un aporque, esta técnica consiste en acumular tierra en la base del tronco o tallo de la lechuga con el fin de que queden protegidas, incluso ayudan a facilitar el riego e impide el exceso de humedad.

9.12.6 Cosecha

La misma se realizó manualmente a los 70 días, la mejor manera de cosechar lechuga es simplemente hay que realizar un corte limpio justo en la parte baja de la cabeza a través del tallo cabe recalcar que la lechuga siempre hay q cosechar en la mañana cuando las temperaturas no sean demasiadas altas.

9.13 Variables a evaluarse

9.13.1 Altura de la planta

Se mide la altura en centímetros desde la base de suelo hasta el ápice de la planta, desde el momento del trasplante y cada 15 días.

9.13.2 Numero de hojas

Según la lechuga vaya desarrollando se tomará un registro de datos de cuantas hojas tiene con el pasar de los días, según (Cantwell y Suslow 2005) nos dice que la lechuga con un óptimo de firmeza y alrededor de 35 hojas desarrolladas se considera un estado de madurez.

9.13.3 Rendimiento total

Una vez realizada la cosecha se pesó cada una de las lechugas por cada tratamiento y se realizara una comparación entre dichos tratamientos.

9.13.4 Determinación del pH y conductividad eléctrica

Una vez terminada la cosecha se procede a tomar muestras de las 9 plantabandas para realizar un análisis de pH y C.E y seguido de esto realizar una práctica de laboratorio con el instrumento de (Multiparámetros).

9.13.5 Determinación de materia orgánica

Para la determinación de materia orgánica se procede a tomar muestras de cada una de las plantabandas y realizar una práctica de laboratorio por el método de incineración.

9.13.6 Evaluación económica

Se comprobó la relación beneficio costo de cada tratamiento, en base al rendimiento medio ajustado, considerando una disminución del 20% para estimar el rendimiento real del agricultor. el beneficio total se ha obtenido en base al precio por venta de la lechuga

10. RESULTADOS

10.1 Características del suelo

El análisis de suelo evidencia en promedio que los suelos son de textura franco y pH de 8,54. Este valor se encuentra en el rango de alcalinidad, los efectos de la alcalinidad en la planta pueden dañar las raíces de las plantas y perjudicar su capacidad para absorber agua y extraer nutrientes esenciales del suelo. Se producirá un crecimiento deficiente de la raíz y un deterioro en el crecimiento de la planta. El contenido de materia orgánica es media (1.2%), nitrógeno bajo (11pmm), pero con altos contenidos de fosforo (83ppm), azufre (28ppm), boro potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre. hierros altos. y un manganeso medio. El análisis completo se muestra en el Anexo 8.

10.2Parámetros de riego

10.2.1 Evapotranspiración de Referencia (ETo) y Evapotranspiración del cultivo (ETc)

En la siguiente tabla se muestra que la evapotranspiración del cultivo se incrementó en la etapa de desarrollo debido al intenso uso del agua con una media de (2.10 mm) 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.

Tabla N 5 Requerimiento de agua del cultivo por etapas.

| ETAPAS | ET _o | K _c | ET _c |
|------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Inicial | 2.2 | 0.70 | 1.54 |
| Desarrollo | 2.1 | 1.00 | 2.10 |
| Final | 0.3 | 0.30 | 0.09 |

Elaborado por: Moreno Steeven. (2022)

10.3 Evaluación del sistema de riego

10.3.1 Determinación de los diámetros profundos de los bulbos húmedos

En base a una lámina de 5 mm durante 10 minutos, se pudo observar un diámetro húmedo de 0,15 m llegando a una profundidad de 0,16 m. Reduciendo un 20% de la lámina anterior (al 80% de evapotranspiración del cultivo) y en 8 minutos aplicando se determinó un humedecimiento de 0,12 m de diámetro y una profundidad de 0,12 m continuando con la reducción de 40% de ET_c (evapotranspiración del cultivo) se puede observar una disminución en el diámetro, así como en la profundidad.

Al momento de comparar los diámetros de los bulbos húmedos con sus profundidades en todos los tratamientos se pudo observar que la forma casi proporcional el bulbo se extendió tanto horizontal como en forma vertical.

Tabla N 6 Dimensiones del bulbo húmedo

| Tratamiento | DIAMETRO (m) | PROFUNDIDAD (m) |
|--------------------------|--------------|-----------------|
| T1: 100% ET _c | 0,15 | 0,16 |
| T2: 80% ET _c | 0,12 | 0,12 |
| T3: 60% ET _c | 0,10 | 0,11 |

Elaborado por: Moreno Steeven (2022)

10.4 Láminas de riego a aplicar

10.4.1 Necesidades netas y brutas del cultivo

10.4.2 Tiempo de riego

La aplicación del riego en el cultivo de lechuga crespa fue desde la siembra hasta los 70 días, después de la siembra con intervalos muy pequeños se basó en el método del tanque evaporímetro el cual considera las lecturas diarias de la tina y el uso del coeficiente del cultivo según las etapas fenológicas, la precipitación efectiva porcentaje, porcentaje de humedecimiento y precipitación del emisor esto permitió establecer el tiempo de riego y la cantidad de agua a reponer la información completa se detallan en la tabla

10.4.3 Volumen de riego

El volumen aplicado en la etapa inicial fue de 27,8 m³/ha para una reposición del 100% de ETc (T1); 25,0 m³/ha para el tratamiento T2 (80% ETc); 22,3 m³/ha para el T3 (60% ETc).

Desde los 20 días hasta los 50 días que correspondieron a la etapa de desarrollo la mayor dosis aplicada fue de 297,3 m³/ha para el T1 (100% ETc) y el menor volumen de agua aplicado durante esta etapa lo reporto el tratamiento T3 (60%ETc) con 237,8 m³/ha.

La fase media correspondiente a que las hojas sean más anchas que largas y curvadas por el eje de la nervadura central, se puede observar el mayor volumen aplicado para todos los tratamientos, pues hay que considerar que es la etapa de máximo requerimiento del cultivo de lechuga. Se aplicaron para el T1 un volumen de agua de 3,0 m³/ha; para el T2 un volumen de agua de 2.7 m³/ha; y para el ultimo tratamiento T3 un volumen de agua de 2,4 m³/ha.

A partir de los 66 días hasta los 70 días pertenece a la etapa final el mayor volumen aplicado fue para el tratamiento T1 con 132 m³/ha y 105,6 m³/ha para el 60% de ETc (T3) como el valor inferior.

En la tabla 18, se indica los volúmenes acumulados por tratamiento durante el ciclo del cultivo. En los 3 tratamientos se puede observar una disminución del 20% en promedio para cada tratamiento valor correspondiente al riego deficitario aplicado en cada caso.

Tabla N 7 Cuadro de medias del volumen de riego

| tratamientos | etapa inicial | desarrollo | final |
|--------------|---------------|------------|-------|
| T1 | 27.8 | 297.3 | 132 |
| T2 | 25 | 267.6 | 118.8 |
| T3 | 22.3 | 237.8 | 105.6 |

Elaborado por: Moreno Steeven. (2022)

10.5 Variables evaluadas

10.5.1 Altura de planta

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 70 días de la cosecha evidencio diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos es decir que la planta si se ve influenciada por la aplicación de las láminas de riego.

El análisis de medias mediante tukey al 5% determino tres grupos de crecimiento de la planta el tratamiento 1 al 100% de la lámina de agua la planta logro crecer con una media de (34.97 cm) en el segundo grupo que corresponde al tratamiento 2 con un déficit del 20% de agua la planta logro crecer (25.63cm) y con el tratamiento 3 una media de (20.4). Es decir, a medida que disminuyo el agua la altura de la planta se ve afectada.

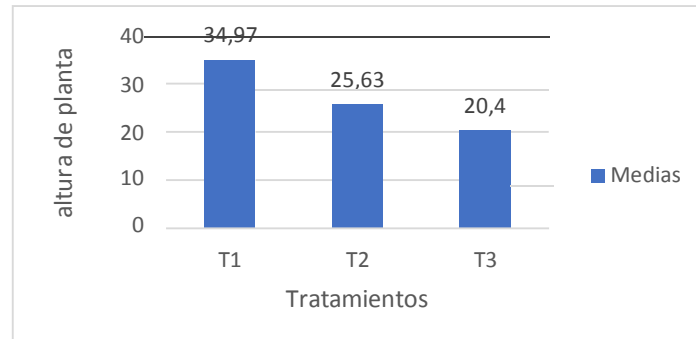
| Análisis de la varianza | | | | | |
|---|---------|----------------|-------------------|---------|-----------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| altura de planta | 90 | 0.99 | 0.99 | 2.5 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 3271.13 | 4 | 817.78 | 1788.46 | <0.0001 |
| tratamientos | 3266.87 | 2 | 1633.43 | 3572.26 | <0.0001** |
| filas | 4.27 | 2 | 2.13 | 4.67 | 0.012* |
| Error | 38.87 | 85 | 0.46 | | |
| Total | 3310 | 89 | | | |

Tabla N 8 Altura

| tratamientos | Medias | Rangos | | |
|--------------|--------|--------|---|---|
| T1 | 34.97 | A | | |
| T2 | 25.63 | | B | |
| T3 | 20.4 | | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



Discusión

El tratamiento T1 al 100% de ETc, presentó un mayor crecimiento de la planta a los 70 días después del trasplante con una media de (34,97cm) en comparación con las láminas de riego deficitarias estos valores concuerdan con Regaber group, menciona que para tener una buena producción de lechugas el riego adecuado ayuda a tener lechugas más grandes y evitando necrosis en los bordes y evitando incidencias de botritis.

10.5.2 Numero de hojas

El análisis de varianza para el numero de hojas a los 70 días de la cosecha evidencio diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos es decir que la planta si se ve influenciada por la aplicación de las láminas de riego.

El análisis de medias mediante tukey al 5% determino tres grupos de numero de hojas el tratamiento 1 al 100% de la lámina de agua la planta logro tener una mayor cantidad de hojas con una media de (45.77) en el segundo grupo que corresponde al tratamiento 2 con un déficit del 20% de agua la planta disminuyo el número de hojas con una media de (35.83) y con el tratamiento 3 una media de (26.83). Es decir, a medida que disminuyo el agua el número de hojas en la planta se ve afectada.

| Análisis de la varianza | | | | | |
|-------------------------|---|----------------|-------------------|----|--|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| | | | | | |

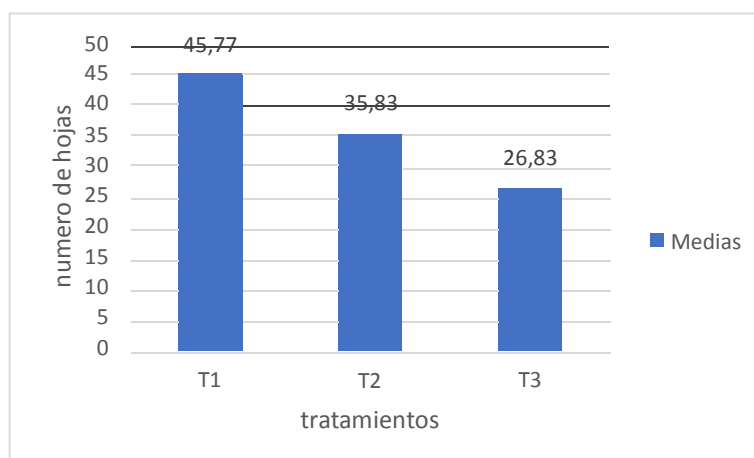
| | | | | | |
|---|---------|------|---------|---------|---------|
| Numero de Hojas | 90 | 0.99 | 0.99 | 2.58 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 5389.18 | 4 | 1347.29 | 1548.73 | <0.0001 |
| tratamientos | 7.76 | 2 | 3.88 | 4.46 | 0.0144 |
| filas | 5381.42 | 2 | 2690.71 | 3093 | <0.0001 |
| Error | 73.94 | 85 | 0.87 | | |
| Total | 5463.12 | 89 | | | |

Tabla N 9 Numero de hojas

| Tratamientos | Medias | Rangos | | |
|--------------|--------|--------|---|---|
| T1 | 45.77 | A | | |
| T2 | 35.83 | | B | |
| T3 | 26.83 | | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



Discusión

El tratamiento T1 al 100% de ETc, presentó un mayor número de hojas a los 70 días después del trasplante con una media de (45.77) en comparación con las láminas de riego deficitarios Johnny's Selected Seeds, Menciona que para tener una lechuga con una buena cantidad de hojas y sobre todo que sean jugosas y crujientes se necesita un riego adecuado

y sobre todo necesita tener una humedad del suelo para que la misma crezca debidamente y tener un sabor agradable.

10.5.3 Peso de planta

El análisis de varianza para el peso de las plantas a los 70 días de la cosecha evidencio diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos es decir que la planta si se ve influenciada por la aplicación de las láminas de riego.

El análisis de medias mediante tukey al 5% determino tres grupos para determinar el peso de la planta el tratamiento 1 al 100% de la lámina de agua la planta logro tener un peso mayor con una media de (0.97 kg) en el segundo grupo que corresponde al tratamiento 2 con un déficit del 20% de agua la planta disminuyo su peso con una media de (0.57 kg) y con el tratamiento 3 una media de (0.28kg). Es decir, a medida que disminuyo el agua el peso de las plantas se ve afectada.

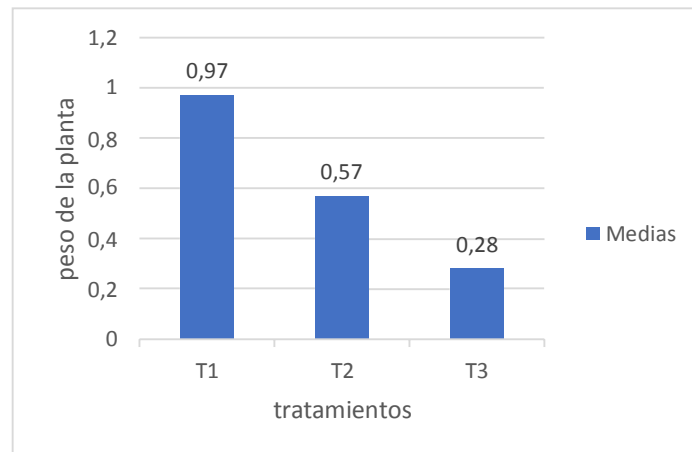
| Análisis de la varianza | | | | | |
|---|------|----------------|-------------------|---------|-----------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| peso de la planta | 90 | 0.99 | 0.99 | 4.34 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 7.16 | 4 | 1.79 | 2582.21 | <0.0001 |
| tratamientos | 7.13 | 2 | 3.57 | 5144.9 | <0.0001** |
| filas | 0.03 | 2 | 0.01 | 19.53 | <0.0001** |
| Error | 0.06 | 85 | 6.90E-04 | | |
| Total | 7.22 | 89 | | | |

Tabla N 10 *Peso de planta*

| Tratamientos | Medias | Rangos | | |
|--------------|--------|--------|---|---|
| T1 | 0.97 | A | | |
| T2 | 0.57 | | B | |
| T3 | 0.28 | | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Moreno Steeven (2022)



Discusión

El mayor rendimiento se obtuvo en la lámina de riego (T1=100% ETc) con una media de 0,97 Kg, en comparación con las láminas de riego deficitario, al momento de disminuir la lámina el cultivo es afectado haciendo que tengan un peso muy bajo. P Velásquez, menciona que para tener un buen rendimiento Los riegos deberían ser cortos y frecuentes (sin encharcar), con el objetivo de mantener la humedad en las capas superiores de la tierra y evitar que el agua se pierda por percolación.

10.5.4 Peso de planta sin raíz

El análisis de varianza para el peso de planta sin raíz a los 70 días de la cosecha evidencio diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos es decir que la planta si se ve influenciada por la aplicación de las láminas de riego.

El análisis de medias mediante tukey al 5% determino tres grupos para determinar el peso de la planta el tratamiento 1 al 100% de la lámina de agua la planta logro tener un peso mayor con una media de (0.92 kg) en el segundo grupo que corresponde al tratamiento 2 con un déficit del 20% de agua la planta disminuyo su peso con una media de (0.55 kg) y con el tratamiento 3 una media de (0.27 kg). Es decir, a medida que disminuyo el agua el peso de las plantas sin raiz se ve afectada.

| Análisis de la varianza | | | | | |
|---|----|----------------|-------------------|------|---------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| Peso de planta sin raíz | 90 | 0.99 | 0.99 | 4.57 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |

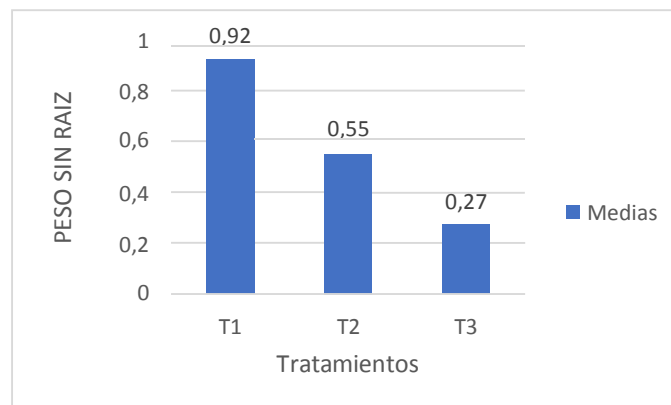
| | | | | | |
|--------------|------|----|----------|---------|-----------|
| Modelo | 6.33 | 4 | 1.58 | 2262.12 | <0.0001 |
| tratamientos | 0.03 | 2 | 0.01 | 19.41 | <0.0001** |
| filas | 6.3 | 2 | 3.15 | 4504.82 | <0.0001** |
| Error | 0.06 | 85 | 7.00E-04 | | |
| Total | 6.39 | 89 | | | |

Tabla N 11 *Peso de planta sin raíz*

| Tratamientos | Medias | Rangos | | |
|--------------|--------|--------|---|---|
| F1 | 0.92 | A | | |
| F2 | 0.55 | | B | |
| F3 | 0.27 | | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



10.5.5 Determinación de pH y conductividad eléctrica

Para determinar el pH y conductividad eléctrica de cada una de las plantabandas se tuvo que colar y pesar 0,20 gr, mezclar con agua destilada (50ml) y dejar en reposo durante 3 minutos, una vez terminado todo este proceso se procede a insertar en el multiparámetro para obtener el valor de cada uno de las muestras

10.5.6 pH

El análisis de varianza para la determinación del pH, detecto alta significancia para las diferentes láminas de riego el promedio general fue de 8,07 y el coeficiente de variación para el experimento fue de 5.75 %.

Adicionalmente según la prueba de tukey al 5% de probabilidad el tratamiento T2 fue el que contiene el pH más elevado que los demás.

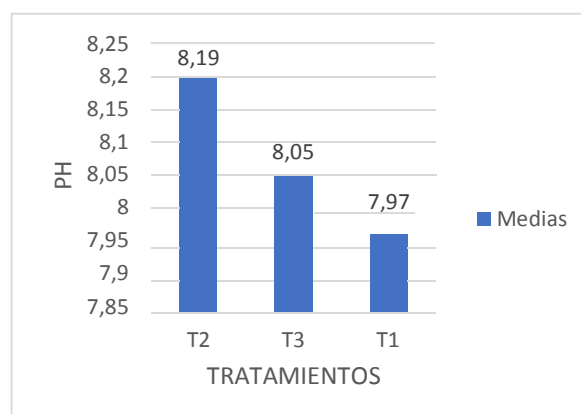
| Análisis de la varianza | | | | | |
|---|-------|----------------|-------------------|------|---------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| Materia Orgánica | 9 | 0.6 | 0.2 | 6.51 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 28.24 | 4 | 7.06 | 1.5 | 0.3509 |
| tratamientos | 6.62 | 2 | 3.31 | 0.71 | 0.5465* |
| filas | 21.62 | 2 | 10.81 | 2.3 | 0.216* |
| Error | 18.77 | 4 | 4.69 | | |
| Total | 47 | 8 | | | |

Tabla N 12 Determinación del pH

| Tratamientos | Medias | Rangos |
|--------------|--------|--------|
| T2 | 8.19 | A |
| T3 | 8.05 | A |
| T1 | 7.97 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



Discusión

El tratamiento T2 contiene un pH más elevado con una media de 8,19 que al resto de los tratamientos mientras que en el tratamiento T3 tiene una media de 8.05 y el tratamiento

T1 contiene menor pH con una media de 7.97. todos estos datos se realizaron después de la cosecha para una comparación con el pH anterior.

Antes de la siembra se obtuvo un pH de 8.54, después de los 70 días del cultivo de lechuga el pH cambio a un 8,07 esto se debe a que. Anthura menciona que cuando una planta se vuelve generativa, absorbe más potasio y el pH reduce. El nitrógeno en forma de amonio se convierte en nitrato.

10.5.7 Conductividad Eléctrica

El análisis de varianza para la determinación de la conductividad eléctrica, detecto alta significancia para las diferentes láminas de riego el promedio general fue de 64.22 us/cm y el coeficiente de variación para el experimento fue de 65.07 %

Adicionalmente según la prueba de tukey al 5% de probabilidad el tratamiento T1 fue el que contiene una conductividad eléctrica más elevada que los demás tratamientos.

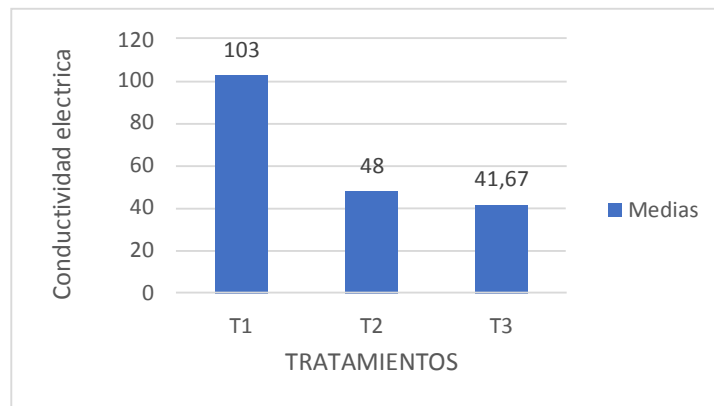
| Análisis de la varianza | | | | | |
|---|----------|----------------|-------------------|-------|---------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| Conductividad Eléctrica | 9 | 0.54 | 0.09 | 65.07 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 8351.11 | 4 | 2087.78 | 1.2 | 0.4333 |
| tratamientos | 6826.89 | 2 | 3413.44 | 1.95 | 0.2557* |
| filas | 1524.22 | 2 | 762.11 | 0.44 | 0.6738* |
| Error | 6984.44 | 4 | 1746.11 | | |
| Total | 15335.56 | 8 | | | |

Tabla N 13 Determinación Conductividad Eléctrica

| Tratamientos | Medias | Rangos |
|--------------|-------------|--------|
| T1 | 103 us/cm | A |
| T2 | 48 us/cm | A |
| T3 | 41.67 us/cm | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



Discusión

En el tratamiento T1 la conductividad eléctrica es la más alta con una media de 103 us/cm que, al resto de los tratamientos, mientras que en el tratamiento T2 se caracteriza por tener una media de 48 us/cm y por último tenemos el tratamiento T3 con una media de 41.67 us/cm. López menciona que Un suelo adecuado para cultivos sin ninguna restricción o problema tiene una conductividad menor o igual a 1. Los suelos alcalinos son aquellos que muestran un pH por encima de 8,2 y poseen una cuantía indicadora del ion Sodio

10.5.8 Determinación de materia orgánica

Para la determinación de la materia orgánica se utilizó el método de incineración, tomando 10 gr de muestra, la misma que ingreso a la estufa a 105°C durante 24 horas después de este proceso se tuvo que pasar y llevar a la mufla por 360°C durante 2 horas.

$$\frac{MO(PESO\ 105^{\circ}C - PESO\ 360^{\circ}C)}{PESO\ 105^{\circ}C} \times 100$$

El análisis de varianza para la determinación de la materia orgánica, detecto alta significancia para las diferentes láminas de riego el promedio general fue de 33,26 y el coeficiente de variación para el experimento fue de 6.51 % siendo excelente para este tipo de investigación.

Adicionalmente según la prueba de tukey al 5% de probabilidad el tratamiento T2 fue el que contiene materia orgánica más alta que los demás.

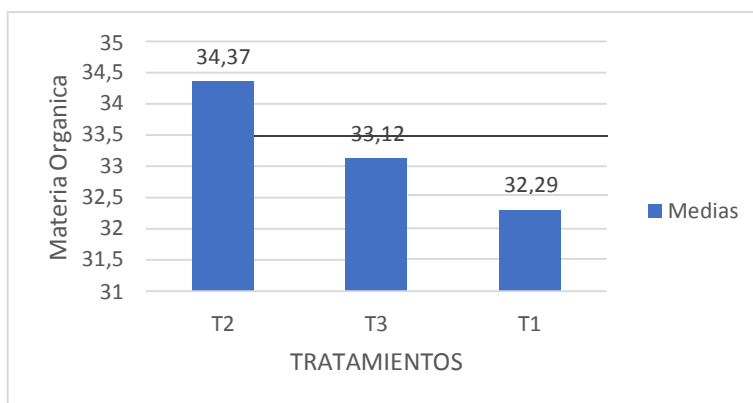
| Análisis de la varianza | | | | | |
|---|-------|----------------|-------------------|------|---------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| Materia Orgánica | 9 | 0.6 | 0.2 | 6.51 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 28.24 | 4 | 7.06 | 1.5 | 0.3509 |
| tratamientos | 6.62 | 2 | 3.31 | 0.71 | 0.5465* |
| filas | 21.62 | 2 | 10.81 | 2.3 | 0.216* |
| Error | 18.77 | 4 | 4.69 | | |
| Total | 47 | 8 | | | |

Tabla N 14 Determinación de Materia Orgánica

| Tratamientos | Medias | Rangos |
|--------------|--------|--------|
| T2 | 34.37 | A |
| T3 | 33.12 | A |
| T1 | 32.29 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



Discusión

Para la determinación de la materia orgánica mediante el método de la incineración el tratamiento T2 contiene mayor cantidad de materia orgánica con una media de 34,37 seguido de este tratamiento, tenemos la T3 con una media de 33.12 y por último tenemos el tratamiento T1 con una materia orgánica baja a comparación de los demás tratamientos.

Mientras que en el análisis de suelo realizado por el INIAP utilizaron el método de dicromato de potasio dando un resultado de 1.2%.

10.5.9 Rendimiento total (kg/ha)

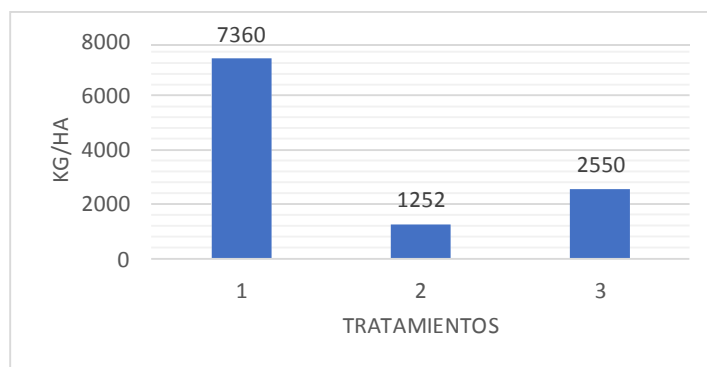
El análisis de varianza muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, la prueba de Tukey al 5%, las láminas de riego muestran el promedio más alto le corresponde al tratamiento 1 (100% ETc) que alcanza 7.360 kg/ha y el menor rendimiento lo obtuvo el tratamiento 3 (60%ETc) con 255 kg/ha

Tabla N 15 Rendimiento total

| Tratamientos | Medias | Rangos | | |
|--------------|--------|--------|---|---|
| T1 | 7360 | A | | |
| T2 | 1252 | | B | |
| T3 | 2550 | | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



10.5.10 Evaluación económica

Todos los tratamientos presentan un costo variable igual al (52.5), en la relación beneficio costo se puede notar que el T1 T2 son lo que han reportado beneficios por cada dólar invertido en el cultivo de lechuga.

Para la rentabilidad del cultivo se pudo constatar que en el T1 es rentable implementar un sistema de riego localizado por goteo al igual que en el T2. No es aconsejable

implementar un sistema de riego por goteo con un déficit hídrico de menos un 40% ya que la producción disminuye notablemente y no se obtiene ganancias.

Tabla N 16 Evaluación económica

| componente | tratamiento | | |
|--|-------------|--------|--------|
| | T1 | T2 | T3 |
| tratamiento en m3/ha | 260 | 209 | 156 |
| costo variable (\$) costo tratamiento | 52.5 | 52.5 | 52.5 |
| costo total de la producción sin tratamiento | 277.46 | 277.46 | 277.46 |
| costos totales | 144.99 | 144.99 | 144.99 |
| beneficios | | | |
| beneficios totales | 225.0 | 168.75 | 112.5 |
| beneficios Neto | 80.0 | 23.76 | -32.49 |
| Relación beneficio costo | 0.64 | 1.16 | 0.78 |
| rentabilidad | 100.55 | 16.39 | -22.41 |

Fuente: Moreno Steeven. (2022)

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

- El comportamiento agronómico del cultivo de lechuga crespa se ve afectado al déficit hídrico, evidenciando en la fase de desarrollo y acortando el ciclo de cultivo por lo que esto causa una disminución en la producción.
- El tratamiento que ofrece los mejores resultados de productividad es el (T1=100% ETc). Ya que al momento de dar el riego se fundamentó con el coeficiente de cultivo (Kc), determinando que dicha lamina es la más adecuada para tener una mejor producción y rentabilidad.
- Para la rentabilidad del cultivo se pudo constatar que en el T1 es rentable implementar un sistema de riego localizado por goteo al igual que en el T2. No es aconsejable implementar un sistema de riego por goteo con un déficit hídrico de menos un 40% ya que la producción disminuye notablemente y no se obtiene ganancias.

11.2 Recomendaciones

- En base a los resultados obtenidos se recomienda. La reducción de hasta un 20% de evapotranspiración del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) para mejorar la eficiencia y garantizar a la vez su rentabilidad pues hay que considerar que el agua es un recurso limitado.
- El uso del riego por goteo de alta frecuencia como una medida sostenible de optimización del manejo del riego en situaciones de escasez de agua o a su vez, se podría aumentar áreas de cultivo, sin que se incremente la disponibilidad de agua de riego.

12. BIBLIOGRAFÍAS

Bibliografía

- Allen, P. R. (2006). coeficiente unico del cultivo .
- Allen, P. R. (2006). evapotranspiracion del cultivo de referencia.
- Angel, S. (2008). Riego por nebulizacion . Obtenido de <https://www.sembrar100.com/riego-de-nebulizacion/>
- Azud. (2016). Riego por goteo para lechuga .
- Baralt, D. (2017). Lamina neta . Obtenido de https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/28925/mod_label/intro/08-03-2021%20Virtual%20Requerimientos%20de%20Riego%20%28v_asec%29%20%281%29.pdf
- Barreno, M. (2019). EL CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca sativa).
- Bejarano. (1989). Como tomar muestras de suelos para su análisis químico. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2554>
- Chiles. (2017). Lechuga, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico.
- Cirilo. (2021). Evapotranspiración de referencia ETo.
- Correa, G. (2013). El déficit hídrico.
- FAO. (2020). LA DEFORESTACION . Obtenido de <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/es>
- FAO, P. M. (julio de 2022). tanque Evaporimetro. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335808675_Coeficiente_del_tanque_e_vaporimetro_Clase_A_para_estimar_la_evapotranspiracion_de_referencia_para_el_valle_de_Tumbaco
- Fernandes, A. Z. (2018). Qué es la precipitación. Obtenido de <https://www.significados.com/precipitacion/>
- Gómez, V. (2021). Coeficiente Kp del tanque evaporímetro clase "A". Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292021000300111&script=sci_arttext&tlng=es
- GPS. (2020). CORDENADAS . Obtenido de http://www.mapnall.com/es/Mapa-Latacunga_1145535.html
- Gray, M. a. (1973). la evaporacion .
- John. (1949). Prueba de tukey. Obtenido de <https://www.lifeder.com/prueba-de-tukey/>

- Karmelli. (1975). relacion de transpiracion . Obtenido de <https://passel2.unl.edu/view/lesson/d08b772bc7e4/7#:~:text=Transpiraci%C3%B3n%20es%20la%20evaporaci%C3%B3n%20de,el%20xilema%20de%20la%20planta.>
- Leiva, C. (2017). temperatura lechuga . Obtenido de <https://www.ciren.cl/wp-content/uploads/2017/12/Lechuga.pdf>
- López, O. (2016). MANEJO Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/789?locale-attribute=en>
- Luque, F. (2015). Estrategias de riego . Obtenido de [https://www.agroes.es/agricultura/agua-riegos-regadios/332-estrategias-de-riego-en-cultivos#:~:text=Las%20estrategias%20de%20riego%20se,cantidad%20de%20agua%20a%20aplicar.&text=Un%20criterio%20general%20es%20aplicar,brutas%20de%20riego%20\(Nb\).](https://www.agroes.es/agricultura/agua-riegos-regadios/332-estrategias-de-riego-en-cultivos#:~:text=Las%20estrategias%20de%20riego%20se,cantidad%20de%20agua%20a%20aplicar.&text=Un%20criterio%20general%20es%20aplicar,brutas%20de%20riego%20(Nb).)
- Martinez. (2019). MANEJO DEL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA.
- Mendez. (2007). Frecuencia de riegos . Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000200003
- Montoya, J. (2011). Diseños experimentales ¿qué son y cómo se utilizan. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciaymar/2011/no43/7.pdf>
- Muños, Y. (2012). El Ecuador en la produccion de hortalizas .
- Nieto. (12 de Julio de 2017). Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>
- Olalla. (2005). RIEGO DEFICITARIO DE ALTA FRECUENCIA .
- Ortega, F. (2018). Eficiencia del sistema de riego . Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27290/1/Tesis-191%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20563.pdf>
- Ortega, G. (2011). Suelos para el cultivo de lechuga. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/143/T-UTB-FACIAG-AGR-000039.03.pdf;jsessionid=A5850732AD90A61F30370A6ACC2DD781?sequence=10>
- Peña, H. (4 de Septiembre de 2008). la presión sobre los recursos hídricos. Obtenido de <https://www.google.com/search?q=recursos+hidricos&oq=recursos+hidr&aqs=chrome.0.0i512l2j69i57j0i512l7.15260j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Perreira. (2006). Obtenido de <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- Perreira. (2006). Evapotranspiración del cultivo .
- Petillo, G. (2015). EVAPOTRANSPIRACIÓN.

- Pineda, J. (2018). Riego por surcos . Obtenido de <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/riego-por-surcos/>
- Pizarro. (1996). Riego por exudacion . Obtenido de [https://www.redalyc.org/journal/5862/586264607001/html/#:~:text=E1%20riego%20por%20exudaci%C3%B3n%20\(o,Poritex%2C%202010%2C%202014\).](https://www.redalyc.org/journal/5862/586264607001/html/#:~:text=E1%20riego%20por%20exudaci%C3%B3n%20(o,Poritex%2C%202010%2C%202014).)
- Quevedo. (diciembre de 2022). pluviometro. Obtenido de <https://sensorgo.mx/pluviometro-para-medir-precipitacion/>
- Rodriguez. (2020). Riego deficitario . Obtenido de <https://plantae.garden/riego-deficitario/>
- Sánchez, E. J. (27 de Febredo de 2015). Diseño Completamente al Azar. Obtenido de <https://es.slideshare.net/lemalimentos/11-diseo-completamente-al-azar>
- Sellés, F. . (1997). Escasez de agua en la agricultura .
- Sierra, J. Z. (2020). Sistemas de riego . Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/tipos-de-riego/>
- Soria, T. (2015). BAJO RIEGO . Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v2n1/v2n1_a05.pdf
- Talón, A.-B. &. (2000). Guiadeestudio-Transpiracion.pdf - FaCENA – UNNE.
- Toledo, J. (2012). sistema de reigo por goteo . Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1450>
- Villacis, L. (28 de mayo de 2011). En la Sierra hay seis tipos de lechugas.
- Wikifarmer. (2022). Cómo Cultivar Lechuga – Guía Completa de Cultivo de la Lechuga, desde la Siembra hasta la Cosecha. Obtenido de <https://wikifarmer.com/es/como-cultivar-lechuga-guia-completa-de-cultivo-de-la-lechuga-desde-la-siembra-hasta-la-cosecha/#:~:text=Es%20muy%20recomendable%20regar%20las,y%20podredu mbre%20de%20la%20ra%C3%ADz.>
- Zita, F. A. (Mayo de 2022). Que es la evaporacion. Obtenido de <https://www.significados.com/evaporacion/>

13. ANEXOS



Anexo N 1 Instalación del sistema de riego



Anexo N 2 Diámetro del bulbo húmedo



Anexo N 3 Plantabandas



Anexo N 4 Siembra



Anexo N 5 Siembra total



Anexo N 6 Desarrollo de las plantas



Anexo N 7 Cosecha

MC-LASPA-2201-01



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



INFORME DE ENSAYO No: 22-0173

NOMBRE DEL CLIENTE: Guangasig Chango Aida Mariela
 PETICIONARIO: Guangasig Chango Aida Mariela
 EMPRESA/INSTITUCIÓN: Guangasig Chango Aida Mariela
 DIRECCIÓN: Campus Salache

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 25/02/2022
 HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:45
 FECHA DE ANÁLISIS: 02/03/2022
 FECHA DE EMISIÓN: 08/03/2022
 ANÁLISIS SOLICITADO: S4

| 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 | |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|------|-----|---------|------|---------|----------|----------|-----|------|-------|-------------|---------|----------------|----|----------------|-------------------------------|
| | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | meq/100g | meq/100g | % | % | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | | | |
| 22-0409 | 8,24 | Al | 11 | B | 83 | A | 28 | A | 5,48 | A | 1,36 | A | 16,63 | A | 8,26 | A | 9,7 | A | 7,5 | A | 50 | A | 9,6 | M | | | | | 2,02 | 6,06 | 18,28 | 26,28 | 1,2 | M | | | 45 | 43 | 12 | FRANCO | Guangasig Chango Aida Mariela |

| Análisis | Al-H* | Al* | Na* | C.E.* | N. Total* | N-NO3* | K H2O* | P H2O* | Cl* | pH KCl* | IDENTIFICACIÓN |
|----------|-------|-----|-----|-------|-----------|--------|--------|--------|-----|---------|----------------|
| | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

| MÉTODOLÓGIA USADA | | | |
|-------------------|----------------------|---------------|------------------|
| pH = | Suelto: Agua (1:2,5) | P K Ca Mg = | Olsen Modificado |
| S/B = | Fotómetro de Calcio | Cu Fe Mn Zn = | Olsen Modificado |
| | | B = | Curcúmina |

* Ensayos no solicitados por el cliente

| INTERPRETACION | | |
|--------------------|-----------------------|-----------|
| pH | Elemento | |
| Ac = Acido | N = Neutro | B = Bajo |
| LAc = Liger. Acido | LAl = Liger. 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 |

| MÉTODOLÓGIA USADA | |
|-------------------|----------------------|
| C.E. = | Pasta Saturada |
| M.O. = | Dicromato de Potasio |
| Al-H = | Titración NaOH |

| INTERPRETACION | | | |
|----------------|------------------|-----------------|-----------|
| AH(L) 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 |



Firmado digitalmente por:
 JOSE ALONSO
 LUCERO
 MALATAY

LABORATORISTA

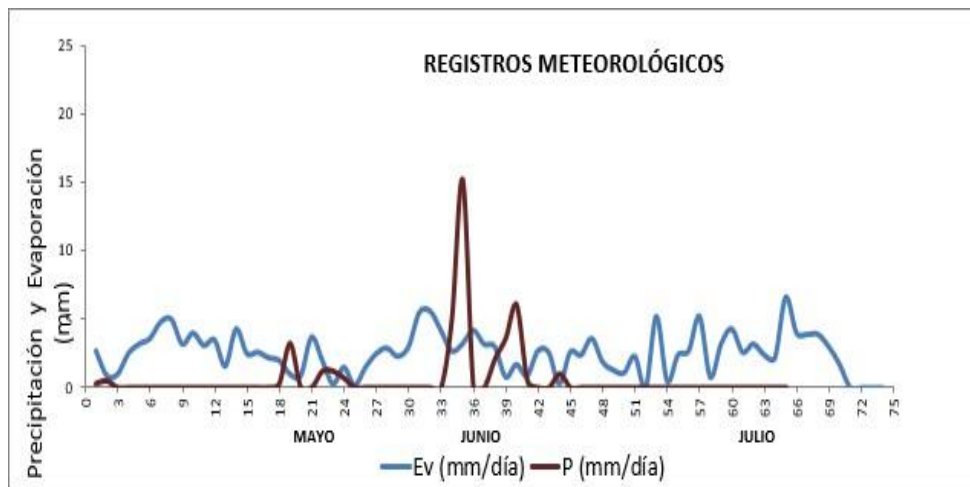
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.



Firmado digitalmente por:
 IVAN RODRIGO
 SAMANIBGO
 MATGUA

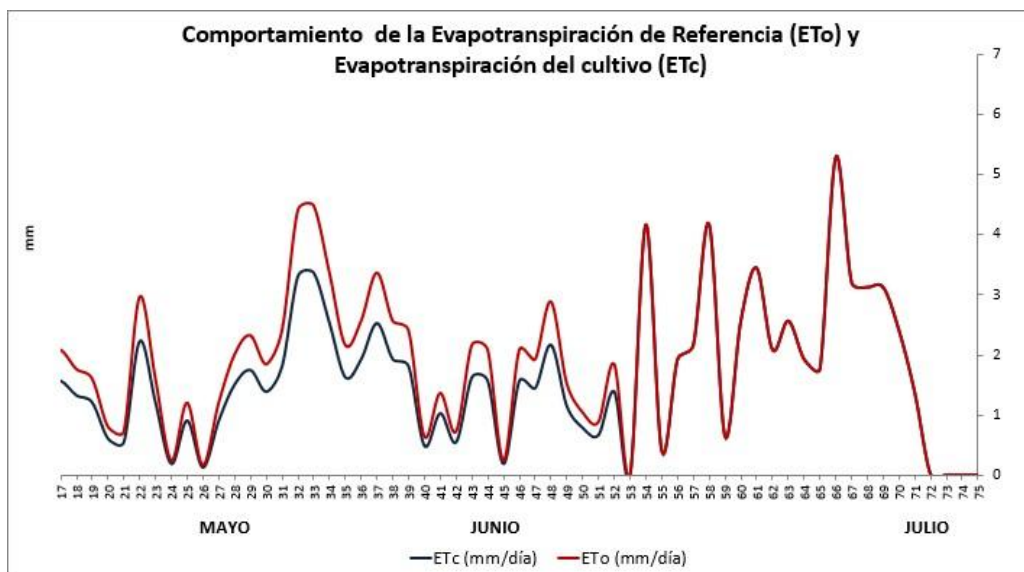
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Anexo N 8 Análisis de suelo



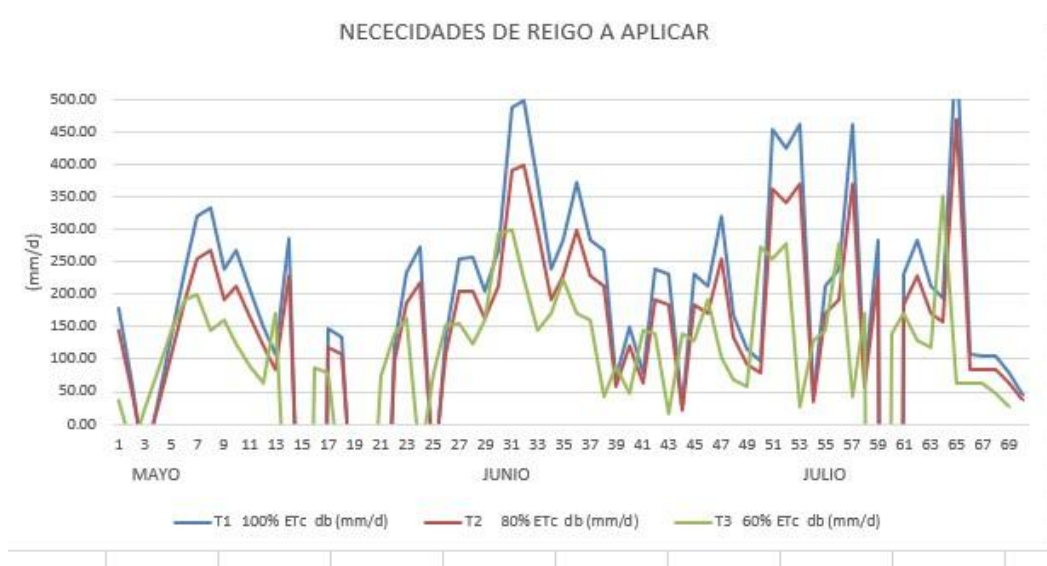
Anexo N 9 Comportamiento de la evaporación, precipitación durante el ciclo del cultivo.

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



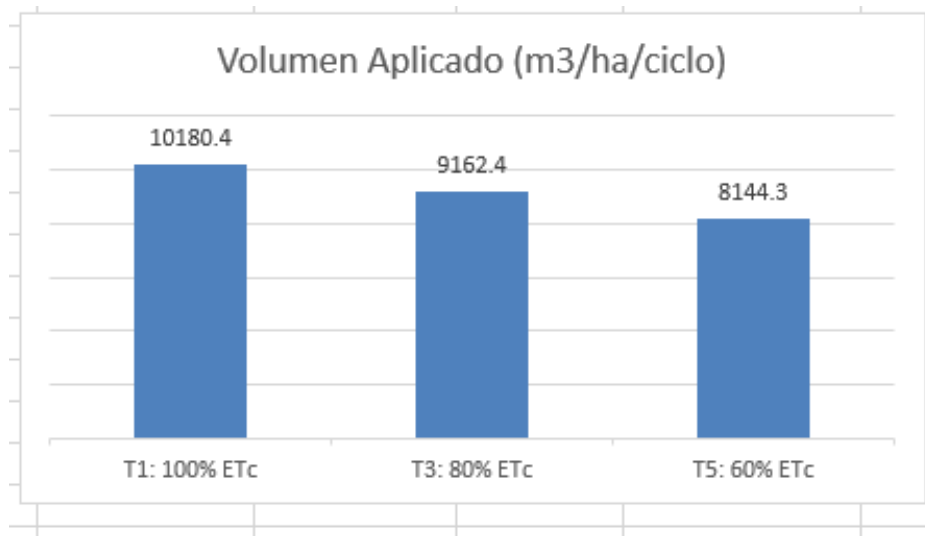
Anexo N 10 Comportamiento de la evapotranspiración de referencia.

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



Anexo N 11 Lámina bruta de reposición de agua en mm/día

Fuente: Moreno Steeven. (2022)



Anexo N 12 Volumen de agua aplicado en m3/ha/ciclo

Fuente: Moreno Steeven. (2022)

Tabla N 17 Evaporación, Precipitación

| ETAPA | Fecha | Día del ciclo del cultivo | Ev (mm/día) | P (mm/día) |
|------------|---------|---------------------------|-------------|------------|
| | INICIAL | 17/05/2022 | 1 | 2.70 |
| 18/05/2022 | | 2 | 0.90 | 0.50 |
| 19/05/2022 | | 3 | 1.00 | 0.00 |
| 20/05/2022 | | 4 | 2.50 | 0.00 |
| 21/05/2022 | | 5 | 3.20 | 0.00 |
| 22/05/2022 | | 6 | 3.60 | 0.00 |
| 23/05/2022 | | 7 | 4.80 | 0.00 |
| 24/05/2022 | | 8 | 5.00 | 0.00 |
| 25/05/2022 | | 9 | 3.20 | 0.00 |
| 26/05/2022 | | 10 | 4.00 | 0.00 |
| 27/05/2022 | | 11 | 3.10 | 0.00 |
| 28/05/2022 | | 12 | 3.50 | 0.00 |
| 29/05/2022 | | 13 | 1.60 | 0.00 |
| 30/05/2022 | | 14 | 4.30 | 0.00 |
| 31/05/2022 | | 15 | 2.50 | 0.00 |
| 01/06/2022 | | 16 | 2.60 | 0.00 |
| 02/06/2022 | | 17 | 2.20 | 0.00 |
| 03/06/2022 | | 18 | 2.00 | 0.30 |
| 04/06/2022 | | 19 | 1.00 | 3.20 |
| 05/06/2022 | | 20 | 0.90 | 0.00 |
| 06/06/2022 | | 21 | 3.70 | 0.00 |
| 07/06/2022 | | 22 | 2.00 | 1.20 |
| 08/06/2022 | | 23 | 0.30 | 1.20 |
| 09/06/2022 | | 24 | 1.50 | 0.70 |
| 10/06/2022 | | 25 | 0.20 | 0.00 |
| 11/06/2022 | | 26 | 1.50 | 0.00 |
| 12/06/2022 | | 27 | 2.50 | 0.00 |
| 13/06/2022 | | 28 | 2.90 | 0.00 |
| 14/06/2022 | | 29 | 2.30 | 0.00 |
| 15/06/2022 | | 30 | 3.00 | 0.00 |
| 16/06/2022 | | 31 | 5.50 | 0.00 |
| 17/06/2022 | | 32 | 5.60 | 0.00 |

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|--------------|-------------|
| DESARROLLO | 18/06/2022 | 33 | 4.20 | 0.00 | |
| | 19/06/2022 | 34 | 2.70 | 5.00 | |
| | 20/06/2022 | 35 | 3.20 | 15.10 | |
| | 21/06/2022 | 36 | 4.20 | 0.00 | |
| | 22/06/2022 | 37 | 3.20 | 0.00 | |
| | 23/06/2022 | 38 | 3.00 | 2.10 | |
| | 24/06/2022 | 39 | 0.80 | 3.60 | |
| | 25/06/2022 | 40 | 1.70 | 6.00 | |
| | 26/06/2022 | 41 | 0.90 | 0.50 | |
| | 27/06/2022 | 42 | 2.70 | 0.00 | |
| | 28/06/2022 | 43 | 2.60 | 0.00 | |
| | 29/06/2022 | 44 | 0.30 | 1.00 | |
| | 30/06/2022 | 45 | 2.60 | 0.00 | |
| | 01/07/2022 | 46 | 2.40 | 0.00 | |
| | 02/07/2022 | 47 | 3.60 | 0.00 | |
| | 03/07/2022 | 48 | 1.90 | 0.00 | |
| | 04/07/2022 | 49 | 1.30 | 0.00 | |
| | 05/07/2022 | 50 | 1.10 | 0.00 | |
| | MEDIA | 06/07/2022 | 51 | 2.30 | 0.00 |
| | | 07/07/2022 | 52 | 0.00 | 0.00 |
| 08/07/2022 | | 53 | 5.20 | 0.00 | |
| 09/07/2022 | | 54 | 0.50 | 0.00 | |
| 10/07/2022 | | 55 | 2.40 | 0.00 | |
| 11/07/2022 | | 56 | 2.70 | 0.00 | |
| 12/07/2022 | | 57 | 5.20 | 0.00 | |
| 13/07/2022 | | 58 | 0.80 | 0.00 | |
| 14/07/2022 | | 59 | 3.20 | 0.00 | |
| 15/07/2022 | | 60 | 4.30 | 0.00 | |
| 16/07/2022 | | 61 | 2.60 | 21.00 | |
| 17/07/2022 | | 62 | -17.80 | 21.00 | |
| FINAL | 18/07/2022 | 63 | -18.60 | 21.00 | |
| | 19/07/2022 | 64 | -18.80 | 21.00 | |
| | 20/07/2022 | 65 | -14.40 | 21.00 | |
| | 21/07/2022 | 66 | -17.00 | 21.00 | |
| | 22/07/2022 | 67 | -17.10 | 21.00 | |
| | 23/07/2022 | 68 | -17.10 | 21.00 | |
| | 24/07/2022 | 69 | -18.00 | 21.00 | |
| | 25/07/2022 | 70 | 1.70 | 21.00 | |
| 26/07/2022 | 71 | 0.00 | 0.00 | | |
| 27/07/2022 | 72 | 0.00 | 0.00 | | |

| | | | | |
|--|-------------------|-------------|--------------|--------------|
| | 28/07/2022 | 73 | 0.00 | 0.00 |
| | 29/07/2022 | 74 | 0.00 | 0.00 |
| | 30/07/2022 | 75 | 0.00 | 0.00 |
| | Promedio | 3.09 | 0.56 | 0.56 |
| | Máximo | 75 | 11.10 | 11.10 |
| | Mínimo | 3 | 0.20 | 0.20 |

Fuente: En base a los boletines mensuales de la Estación Agrometeorológica UTC

Tabla N 18 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) |
|-------------------|----------------|------------|---------------------|-------------|---------------------|
| 17/05/2022 | 2.70 | 0.8 | 2.2 | 0.75 | 1.62 |
| 18/05/2022 | 0.90 | 0.8 | 0.7 | 0.75 | 0.54 |
| 19/05/2022 | 1.00 | 0.8 | 0.8 | 0.75 | 0.60 |
| 20/05/2022 | 2.50 | 0.8 | 2.0 | 0.75 | 1.50 |
| 21/05/2022 | 3.20 | 0.8 | 2.6 | 0.75 | 1.92 |
| 22/05/2022 | 3.60 | 0.8 | 2.9 | 0.75 | 2.16 |
| 23/05/2022 | 4.80 | 0.8 | 3.8 | 0.75 | 2.88 |
| 24/05/2022 | 5.00 | 0.8 | 4.0 | 0.75 | 3.00 |
| 25/05/2022 | 3.20 | 0.8 | 2.6 | 0.75 | 2.15 |
| 26/05/2022 | 4.00 | 0.8 | 3.2 | 0.75 | 2.40 |
| 27/05/2022 | 3.10 | 0.8 | 2.5 | 0.75 | 1.86 |
| 28/05/2022 | 3.50 | 0.8 | 2.8 | 0.75 | 1.35 |
| 29/05/2022 | 1.60 | 0.8 | 1.3 | 0.75 | 0.96 |
| 30/05/2022 | 4.30 | 0.8 | 3.4 | 0.75 | 2.58 |

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 31/05/2022 | 2.50 | 0.8 | 2.0 | 0.75 | 1.50 |
| 01/06/2022 | 2.60 | 0.8 | 2.1 | 0.75 | 1.56 |
| 02/06/2022 | 2.20 | 0.8 | 1.8 | 0.75 | 1.32 |
| 03/06/2022 | 2.00 | 0.8 | 1.6 | 0.75 | 1.20 |
| 04/06/2022 | 1.00 | 0.8 | 0.8 | 0.75 | 0.60 |
| 05/06/2022 | 0.90 | 0.8 | 0.7 | 0.75 | 0.54 |
| 06/06/2022 | 3.70 | 0.8 | 3.0 | 1.0 | 1.85 |
| 07/06/2022 | 2.00 | 0.8 | 1.6 | 1.0 | 1.60 |
| 08/06/2022 | 0.30 | 0.8 | 0.2 | 1.0 | 2.10 |
| 09/06/2022 | 1.50 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 2.45 |
| 10/06/2022 | 0.20 | 0.8 | 0.2 | 1.0 | 0.16 |
| 11/06/2022 | 1.50 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 1.20 |
| 12/06/2022 | 2.50 | 0.8 | 2.0 | 1.0 | 2.30 |
| 13/06/2022 | 2.90 | 0.8 | 2.3 | 1.0 | 2.32 |
| 14/06/2022 | 2.30 | 0.8 | 1.8 | 1.0 | 1.84 |
| 15/06/2022 | 3.00 | 0.8 | 2.4 | 1.0 | 2.40 |
| 16/06/2022 | 5.50 | 0.8 | 4.4 | 1.0 | 4.40 |
| 17/06/2022 | 5.60 | 0.8 | 4.5 | 1.0 | 4.48 |
| 18/06/2022 | 4.20 | 0.8 | 3.4 | 1.0 | 3.36 |
| 19/06/2022 | 2.70 | 0.8 | 2.2 | 1.0 | 2.16 |
| 20/06/2022 | 3.20 | 0.8 | 2.6 | 1.0 | 2.56 |
| 21/06/2022 | 4.20 | 0.8 | 3.4 | 1.0 | 3.36 |
| 22/06/2022 | 3.20 | 0.8 | 2.6 | 1.0 | 2.56 |

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| 23/06/2022 | 3.00 | 0.8 | 2.4 | 1.0 | 2.40 |
| 24/06/2022 | 0.80 | 0.8 | 0.6 | 1.0 | 0.64 |
| 25/06/2022 | 1.70 | 0.8 | 1.4 | 1.0 | 1.36 |
| 26/06/2022 | 0.90 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 0.72 |
| 27/06/2022 | 2.70 | 0.8 | 2.2 | 1.0 | 2.16 |
| 28/06/2022 | 2.60 | 0.8 | 2.1 | 1.0 | 2.08 |
| 29/06/2022 | 0.30 | 0.8 | 0.2 | 1.0 | 0.24 |
| 30/06/2022 | 2.60 | 0.8 | 2.1 | 1.0 | 2.08 |
| 01/07/2022 | 2.40 | 0.8 | 1.9 | 1.0 | 1.92 |
| 02/07/2022 | 3.60 | 0.8 | 2.9 | 1.0 | 2.88 |
| 03/07/2022 | 1.90 | 0.8 | 1.5 | 1.0 | 1.52 |
| 04/07/2022 | 1.30 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.04 |
| 05/07/2022 | 1.10 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 0.88 |
| 06/07/2022 | 2.30 | 0.8 | 1.8 | 1.0 | 4.09 |
| 07/07/2022 | 0.00 | 0.8 | - | 1.0 | 3.84 |
| 08/07/2022 | 5.20 | 0.8 | 4.2 | 1.0 | 4.16 |
| 09/07/2022 | 0.50 | 0.8 | 0.4 | 1.0 | 0.40 |
| 10/07/2022 | 2.40 | 0.8 | 1.9 | 1.0 | 1.92 |
| 11/07/2022 | 2.70 | 0.8 | 2.2 | 1.0 | 2.16 |
| 12/07/2022 | 5.20 | 0.8 | 4.2 | 1.0 | 4.16 |
| 13/07/2022 | 0.80 | 0.8 | 0.6 | 1.0 | 0.64 |
| 14/07/2022 | 3.20 | 0.8 | 2.6 | 1.0 | 2.56 |
| 15/07/2022 | 4.30 | 0.8 | 3.4 | 1.0 | 3.44 |

| | | | | | |
|------------|-------|------|--------------------|------|----------|
| 16/07/2022 | 2.60 | 0.8 | 2.1 | 1.0 | 2.08 |
| 17/07/2022 | 17.80 | 0.8 | (14.2) | 1.0 | (14.24) |
| 18/07/2022 | 18.60 | 0.8 | (14.9) | 1.0 | (14.88) |
| 19/07/2022 | 18.80 | 0.8 | (15.0) | 1.0 | (15.04) |
| 20/07/2022 | 14.40 | 0.8 | (11.5) | 1.0 | (11.52) |
| 21/07/2022 | 17.00 | 0.8 | (13.6) | 0.3 | (4.08) |
| 22/07/2022 | 17.10 | 0.8 | (13.7) | 0.3 | (4.10) |
| 23/07/2022 | 17.10 | 0.8 | (13.7) | 0.3 | (4.10) |
| 24/07/2022 | 18.00 | 0.8 | (14.4) | 0.3 | (4.32) |
| 25/07/2022 | 1.70 | 0.8 | 1.4 | 0.3 | 0.41 |
| 26/07/2022 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27/07/2022 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28/07/2022 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29/07/2022 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30/07/2022 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31/07/2022 | 17.80 | | Lamina neta total | | 50.82 |
| 01/08/2022 | 18.60 | | Lamina bruta total | | 5646.952 |

Tabla N 19 Necesidades de agua a aplicar

| Fecha | ETc (mm/d) | Pe (mm/d) | Días | Nn (mm/d) | T1 100% ETc | T2 80% ETc | T3 60% ETc |
|------------|------------|-----------|------|-----------|-------------|------------|------------|
| | | | | | db (mm/d) | db (mm/d) | db (mm/d) |
| 17/05/2022 | 1.62 | 0.0 | | 1.620 | 180.00 | 144.00 | 36.00 |
| 18/05/2022 | 0.54 | 0.0 | | 0.540 | 60.00 | 48.00 | -40.00 |
| 19/05/2022 | 0.60 | 1.2 | | (0.600) | -66.67 | -53.33 | 20.00 |

| | | | | | | | |
|----------------|------|------|--|----------|----------|----------|---------|
| 20/05/ 2022 | 1.50 | 1.2 | | 0.300 | 33.33 | 26.67 | 81.33 |
| 21/05/ 2022 | 1.92 | 0.7 | | 1.220 | 135.56 | 108.44 | 144.00 |
| 22/05/ 2022 | 2.16 | 0.0 | | 2.160 | 240.00 | 192.00 | 192.00 |
| 23/05/ 2022 | 2.88 | 0.0 | | 2.880 | 320.00 | 256.00 | 200.00 |
| 24/05/ 2022 | 3.00 | 0.0 | | 3.000 | 333.33 | 266.67 | 143.33 |
| 25/05/ 2022 | 2.15 | 0.0 | | 2.150 | 238.89 | 191.11 | 160.00 |
| 26/05/ 2022 | 2.40 | 0.0 | | 2.400 | 266.67 | 213.33 | 124.00 |
| 27/05/ 2022 | 1.86 | 0.0 | | 1.860 | 206.67 | 165.33 | 89.93 |
| 28/05/ 2022 | 1.35 | 0.0 | | 1.349 | 149.88 | 119.90 | 64.00 |
| 29/05/ 2022 | 0.96 | 0.0 | | 0.960 | 106.67 | 85.33 | 172.00 |
| 30/05/ 2022 | 2.58 | 0.0 | | 2.580 | 286.67 | 229.33 | -233.33 |
| 31/05/ 2022 | 1.50 | 5.0 | | (3.500) | -388.89 | -311.11 | -902.67 |
| 01/06/ 2022 | 1.56 | 15.1 | | (13.540) | -1504.44 | -1203.56 | 88.00 |
| 02/06/ 2022 | 1.32 | 0.0 | | 1.320 | 146.67 | 117.33 | 80.00 |
| 03/06/ 2022 | 1.20 | 0.0 | | 1.200 | 133.33 | 106.67 | -100.00 |
| 04/06/ 2022 | 0.60 | 2.1 | | (1.500) | -166.67 | -133.33 | -204.00 |
| 05/06/ 2022 | 0.54 | 3.6 | | (3.060) | -340.00 | -272.00 | -277.00 |
| 06/06/ 2022 | 1.85 | 6.0 | | (4.155) | -461.67 | -369.33 | 73.33 |
| 07/06/ 2022 | 1.60 | 0.5 | | 1.100 | 122.22 | 97.78 | 140.00 |
| 08/06/ 2022 | 2.10 | 0.0 | | 2.100 | 233.33 | 186.67 | 163.24 |
| 09/06/ 2022 | 2.45 | 0.0 | | 2.449 | 272.07 | 217.66 | -56.00 |
| 10/06/ 2022 | 0.16 | 1.0 | | (0.840) | -93.33 | -74.67 | 80.00 |
| 11/06/ 2022 | 1.20 | 0.0 | | 1.200 | 133.33 | 106.67 | 153.33 |

| | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 12/06/2022 | 2.30 | 0.0 | | 2.300 | 255.56 | 204.44 | 154.67 |
| 13/06/2022 | 2.32 | 0.0 | | 2.320 | 257.78 | 206.22 | 122.67 |
| 14/06/2022 | 1.84 | 0.0 | | 1.840 | 204.44 | 163.56 | 160.00 |
| 15/06/2022 | 2.40 | 0.0 | | 2.400 | 266.67 | 213.33 | 293.33 |
| 16/06/2022 | 4.40 | 0.0 | | 4.400 | 488.89 | 391.11 | 298.67 |
| 17/06/2022 | 4.48 | 0.0 | | 4.480 | 497.78 | 398.22 | 224.00 |
| 18/06/2022 | 3.36 | 0.0 | | 3.360 | 373.33 | 298.67 | 144.00 |
| 19/06/2022 | 2.16 | 0.0 | | 2.160 | 240.00 | 192.00 | 170.67 |
| 20/06/2022 | 2.56 | 0.0 | | 2.560 | 284.44 | 227.56 | 224.00 |
| 21/06/2022 | 3.36 | 0.0 | | 3.360 | 373.33 | 298.67 | 170.67 |
| 22/06/2022 | 2.56 | 0.0 | | 2.560 | 284.44 | 227.56 | 160.00 |
| 23/06/2022 | 2.40 | 0.0 | | 2.400 | 266.67 | 213.33 | 42.67 |
| 24/06/2022 | 0.64 | 0.0 | | 0.640 | 71.11 | 56.89 | 90.67 |
| 25/06/2022 | 1.36 | 0.0 | | 1.360 | 151.11 | 120.89 | 48.00 |
| 26/06/2022 | 0.72 | 0.0 | | 0.720 | 80.00 | 64.00 | -1256.00 |
| 27/06/2022 | 2.16 | 21.0 | | (18.840) | -2093.33 | -1674.67 | -1261.33 |
| 28/06/2022 | 2.08 | 21.0 | | (18.920) | -2102.22 | -1681.78 | -1384.00 |
| 29/06/2022 | 0.24 | 21.0 | | (20.760) | -2306.67 | -1845.33 | -1261.33 |
| 30/06/2022 | 2.08 | 21.0 | | (18.920) | -2102.22 | -1681.78 | -1272.00 |
| 01/07/2022 | 1.92 | 21.0 | | (19.080) | -2120.00 | -1696.00 | -1208.00 |
| 02/07/2022 | 2.88 | 21.0 | | (18.120) | -2013.33 | -1610.67 | -1298.67 |
| 03/07/2022 | 1.52 | 21.0 | | (19.480) | -2164.44 | -1731.56 | -1330.67 |
| 04/07/2022 | 1.04 | 21.0 | | (19.960) | -2217.78 | -1774.22 | -1341.33 |

| | | | | | | | |
|----------------|---------|-------|--|---------------|---------------|-----------|-----------|
| 05/07/ 2022 | 0.88 | 21.0 | | (20.120) | -2235.56 | -1788.44 | -1127.33 |
| 06/07/ 2022 | 4.09 | 21.0 | | (16.910) | -1878.89 | -1503.11 | 256.00 |
| 07/07/ 2022 | 3.84 | 0.0 | | 3.840 | 426.67 | 341.33 | 277.33 |
| 08/07/ 2022 | 4.16 | 0.0 | | 4.160 | 462.22 | 369.78 | 26.67 |
| 09/07/ 2022 | 0.40 | 0.0 | | 0.400 | 44.44 | 35.56 | 128.00 |
| 10/07/ 2022 | 1.92 | 0.0 | | 1.920 | 213.33 | 170.67 | 144.00 |
| 11/07/ 2022 | 2.16 | 0.0 | | 2.160 | 240.00 | 192.00 | 277.33 |
| 12/07/ 2022 | 4.16 | 0.0 | | 4.160 | 462.22 | 369.78 | 42.67 |
| 13/07/ 2022 | 0.64 | 0.0 | | 0.640 | 71.11 | 56.89 | 170.67 |
| 14/07/ 2022 | 2.56 | 0.0 | | 2.560 | 284.44 | 227.56 | -16484.00 |
| 15/07/ 2022 | 3.44 | 250.7 | | (247.26 0) | - 27473.33 | -21978.67 | 138.67 |
| 16/07/ 2022 | 2.08 | 0.0 | | 2.080 | 231.11 | 184.89 | -949.33 |
| 17/07/ 2022 | (14.24) | 0.0 | | (14.240) | -1582.22 | -1265.78 | -992.00 |
| 18/07/ 2022 | (14.88) | 0.0 | | (14.880) | -1653.33 | -1322.67 | -1002.67 |
| 19/07/ 2022 | (15.04) | 0.0 | | (15.040) | -1671.11 | -1336.89 | -768.00 |
| 20/07/ 2022 | (11.52) | 0.0 | | (11.520) | -1280.00 | -1024.00 | -272.00 |
| 21/07/ 2022 | (4.08) | 0.0 | | (4.080) | -453.33 | -362.67 | -273.60 |
| 22/07/ 2022 | (4.10) | 0.0 | | (4.104) | -456.00 | -364.80 | -273.60 |
| 23/07/ 2022 | (4.10) | 0.0 | | (4.104) | -456.00 | -364.80 | -288.00 |
| 24/07/ 2022 | (4.32) | 0.0 | | (4.320) | -480.00 | -384.00 | 27.20 |
| 25/07/ 2022 | 0.41 | 0.0 | | 0.408 | 45.33 | 36.27 | 0.00 |
| 26/07/ 2022 | - | 0.0 | | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27/07/ 2022 | - | 0.0 | | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | |
|----------------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 28/07/ 2022 | - | 0.0 | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29/07/ 2022 | - | 0.0 | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30/07/ 2022 | - | 0.0 | - | 0.00 | 0.00 | |
| Prome dio | 50.82 | 497.10 | (446.28) | (49,586.3 8) | (39,669.10) | (29,859.8 3) |
| | 101.65 | 994.20 | (892.55) | (99,172.7 6) | (79,338.21) | (59,719.6 6) |
| | | | | (98,178.6) | (78,344.0) | (58,725.5) |

Tabla N 20 Tiempo de riego por tratamiento durante el ciclo del cultivo

| DIAS | Tiempo de riego 100% Etc | | Tiempo de riego 80% Etc | | Tiempo de riego 60% Etc | |
|------|-----------------------------|------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|------------------|
| | Horas | Hora/min/s eg | Horas | Hora/min/s eg | Horas | Hora/min/s eg |
| 1 | 0.0 | 0:01:12 | 0.018 | 0:01:04 | 0.016 | 0:00:57 |
| 2 | 0.0 | 0:00:24 | 0.006 | 0:00:21 | 0.005 | 0:00:19 |
| 3 | 0.0 | 0:00:26 | 0.007 | 0:00:24 | 0.006 | 0:00:21 |
| 4 | 0.0 | 0:01:06 | 0.017 | 0:01:00 | 0.015 | 0:00:53 |
| 5 | 0.0 | 0:01:25 | 0.021 | 0:01:16 | 0.019 | 0:01:08 |
| 6 | 0.0 | 0:01:35 | 0.024 | 0:01:26 | 0.021 | 0:01:16 |
| 7 | 0.0 | 0:02:07 | 0.032 | 0:01:54 | 0.028 | 0:01:42 |
| 8 | 0.0 | 0:02:12 | 0.033 | 0:01:59 | 0.029 | 0:01:46 |
| 9 | 0.0 | 0:01:25 | 0.021 | 0:01:16 | 0.019 | 0:01:08 |
| 10 | 0.0 | 0:01:46 | 0.026 | 0:01:35 | 0.024 | 0:01:25 |
| 11 | 0.0 | 0:01:22 | 0.021 | 0:01:14 | 0.018 | 0:01:06 |
| 12 | 0.0 | 0:01:33 | 0.023 | 0:01:23 | 0.021 | 0:01:14 |

| | | | | | | |
|-----------|------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| 13 | 0.0 | 0:00:42 | 0.011 | 0:00:38 | 0.009 | 0:00:34 |
| 14 | 0.0 | 0:01:54 | 0.028 | 0:01:43 | 0.025 | 0:01:31 |
| 15 | 0.0 | 0:01:06 | 0.017 | 0:01:00 | 0.015 | 0:00:53 |
| 16 | 0.0 | 0:01:09 | 0.017 | 0:01:02 | 0.015 | 0:00:55 |
| 17 | 0.0 | 0:00:58 | 0.015 | 0:00:52 | 0.013 | 0:00:47 |
| 18 | 0.0 | 0:00:53 | 0.013 | 0:00:48 | 0.012 | 0:00:42 |
| 19 | 0.0 | 0:00:26 | 0.007 | 0:00:24 | 0.006 | 0:00:21 |
| 20 | 0.0 | 0:00:24 | 0.006 | 0:00:21 | 0.005 | 0:00:19 |
| 21 | 0.0 | 0:01:38 | 0.025 | 0:01:28 | 0.022 | 0:01:18 |
| 22 | 0.0 | 0:00:53 | 0.013 | 0:00:48 | 0.012 | 0:00:42 |
| 23 | 0.0 | 0:00:08 | 0.002 | 0:00:07 | 0.002 | 0:00:06 |
| 24 | 0.0 | 0:00:40 | 0.010 | 0:00:36 | 0.009 | 0:00:32 |
| 25 | 0.0 | 0:00:05 | 0.001 | 0:00:05 | 0.001 | 0:00:04 |
| 26 | 0.0 | 0:00:40 | 0.010 | 0:00:36 | 0.009 | 0:00:32 |
| 27 | 0.0 | 0:01:06 | 0.017 | 0:01:00 | 0.015 | 0:00:53 |
| 28 | 0.0 | 0:01:17 | 0.019 | 0:01:09 | 0.017 | 0:01:01 |
| 29 | 0.0 | 0:01:01 | 0.015 | 0:00:55 | 0.014 | 0:00:49 |
| 30 | 0.0 | 0:01:19 | 0.020 | 0:01:12 | 0.018 | 0:01:04 |
| 31 | 0.0 | 0:02:26 | 0.036 | 0:02:11 | 0.032 | 0:01:57 |
| 32 | 0.0 | 0:02:28 | 0.037 | 0:02:14 | 0.033 | 0:01:59 |
| 33 | 0.0 | 0:01:51 | 0.028 | 0:01:40 | 0.025 | 0:01:29 |
| 34 | 0.0 | 0:01:12 | 0.018 | 0:01:04 | 0.016 | 0:00:57 |
| 35 | 0.0 | 0:01:25 | 0.021 | 0:01:16 | 0.019 | 0:01:08 |

| | | | | | | |
|----|-----|---------|-------|---------|-------|---------|
| 36 | 0.0 | 0:01:51 | 0.028 | 0:01:40 | 0.025 | 0:01:29 |
| 37 | 0.0 | 0:01:25 | 0.021 | 0:01:16 | 0.019 | 0:01:08 |
| 38 | 0.0 | 0:01:19 | 0.020 | 0:01:12 | 0.018 | 0:01:04 |
| 39 | 0.0 | 0:00:21 | 0.005 | 0:00:19 | 0.005 | 0:00:17 |
| 40 | 0.0 | 0:00:45 | 0.011 | 0:00:41 | 0.010 | 0:00:36 |
| 41 | 0.0 | 0:00:24 | 0.006 | 0:00:21 | 0.005 | 0:00:19 |
| 42 | 0.0 | 0:01:12 | 0.018 | 0:01:04 | 0.016 | 0:00:57 |
| 43 | 0.0 | 0:01:09 | 0.017 | 0:01:02 | 0.015 | 0:00:55 |
| 44 | 0.0 | 0:00:08 | 0.002 | 0:00:07 | 0.002 | 0:00:06 |
| 45 | 0.0 | 0:01:09 | 0.017 | 0:01:02 | 0.015 | 0:00:55 |
| 46 | 0.0 | 0:01:04 | 0.016 | 0:00:57 | 0.014 | 0:00:51 |
| 47 | 0.0 | 0:01:35 | 0.024 | 0:01:26 | 0.021 | 0:01:16 |
| 48 | 0.0 | 0:00:50 | 0.013 | 0:00:45 | 0.011 | 0:00:40 |
| 49 | 0.0 | 0:00:34 | 0.009 | 0:00:31 | 0.008 | 0:00:28 |
| 50 | 0.0 | 0:00:29 | 0.007 | 0:00:26 | 0.006 | 0:00:23 |
| 51 | 0.0 | 0:01:01 | 0.015 | 0:00:55 | 0.014 | 0:00:49 |
| 52 | - | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 |
| 53 | 0.1 | 0:03:04 | 0.046 | 0:02:45 | 0.041 | 0:02:27 |
| 54 | 0.0 | 0:00:18 | 0.004 | 0:00:16 | 0.004 | 0:00:14 |
| 55 | 0.0 | 0:01:25 | 0.021 | 0:01:16 | 0.019 | 0:01:08 |
| 56 | 0.0 | 0:01:35 | 0.024 | 0:01:26 | 0.021 | 0:01:16 |
| 57 | 0.1 | 0:03:04 | 0.046 | 0:02:45 | 0.041 | 0:02:27 |
| 58 | 0.0 | 0:00:28 | 0.007 | 0:00:25 | 0.006 | 0:00:23 |

| | | | | | | |
|----|-----|---------|-------|---------|-------|---------|
| 59 | 0.0 | 0:01:53 | 0.028 | 0:01:42 | 0.025 | 0:01:30 |
| 60 | 0.0 | 0:02:32 | 0.038 | 0:02:17 | 0.034 | 0:02:02 |
| 61 | 0.0 | 0:01:32 | 0.023 | 0:01:23 | 0.020 | 0:01:13 |
| 62 | 0.0 | 0:01:53 | 0.028 | 0:01:42 | 0.025 | 0:01:30 |
| 63 | 0.0 | 0:01:25 | 0.021 | 0:01:16 | 0.019 | 0:01:08 |
| 64 | 0.0 | 0:01:18 | 0.019 | 0:01:10 | 0.017 | 0:01:02 |
| 65 | 0.1 | 0:03:53 | 0.058 | 0:03:30 | 0.052 | 0:03:07 |
| 66 | 0.0 | 0:02:21 | 0.035 | 0:02:07 | 0.031 | 0:01:53 |
| 67 | 0.0 | 0:02:18 | 0.034 | 0:02:04 | 0.031 | 0:01:50 |
| 68 | 0.0 | 0:02:18 | 0.034 | 0:02:04 | 0.031 | 0:01:50 |
| 69 | 0.0 | 0:01:46 | 0.026 | 0:01:35 | 0.024 | 0:01:25 |
| 70 | 0.0 | 0:01:00 | 0.015 | 0:00:54 | 0.013 | 0:00:48 |
| 71 | - | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 |
| 72 | - | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 |
| 73 | - | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 |
| 74 | - | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 |
| 75 | - | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 | 0.000 | 0:00:00 |

Tabla N 21 Volumen de riego aplicado durante el ciclo de lechuga cressa

| Días | Etapas | Volumen (m3/ha/ciclo) | | |
|------|---------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | T1: 100% Etc | T3: 80% Etc | T5: 60% Etc |
| 1 | INICIAL | 270.0 | 243.0 | 216.0 |
| 2 | | 90.0 | 81.0 | 72.0 |
| 3 | | -100.0 | -90.0 | -80.0 |
| 4 | | 50.0 | 45.0 | 40.0 |
| 5 | | 203.3 | 183.0 | 162.7 |

| | | | | |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------|
| 6 | | 360.0 | 324.0 | 288.0 |
| 7 | | 480.0 | 432.0 | 384.0 |
| 8 | | 500.0 | 450.0 | 400.0 |
| 9 | | 358.3 | 322.5 | 286.7 |
| 10 | | 400.0 | 360.0 | 320.0 |
| 11 | | 310.0 | 279.0 | 248.0 |
| 12 | | 224.8 | 202.3 | 179.9 |
| 13 | | 160.0 | 144.0 | 128.0 |
| 14 | | 430.0 | 387.0 | 344.0 |
| 15 | | -583.3 | -525.0 | -466.7 |
| 16 | | -2256.7 | -2031.0 | -1805.3 |
| 17 | | 220.0 | 198.0 | 176.0 |
| 18 | | 200.0 | 180.0 | 160.0 |
| 19 | | -250.0 | -225.0 | -200.0 |
| 20 | | -510.0 | -459.0 | -408.0 |
| PROMEDIO | | 27.8 | 25.0 | 22.3 |
| 21 | | -692.5 | -623.3 | -554.0 |
| 22 | | 183.3 | 165.0 | 146.7 |
| 23 | | 350.0 | 315.0 | 280.0 |
| 24 | | 408.1 | 367.3 | 326.5 |
| 25 | | -140.0 | -126.0 | -112.0 |
| 26 | | 200.0 | 180.0 | 160.0 |
| 27 | | 383.3 | 345.0 | 306.7 |
| 28 | | 386.7 | 348.0 | 309.3 |
| 29 | | 306.7 | 276.0 | 245.3 |
| 30 | | 400.0 | 360.0 | 320.0 |
| 31 | | 733.3 | 660.0 | 586.7 |
| 32 | | 746.7 | 672.0 | 597.3 |
| 33 | | 560.0 | 504.0 | 448.0 |
| 34 | | 360.0 | 324.0 | 288.0 |
| 35 | | 426.7 | 384.0 | 341.3 |
| 36 | | 560.0 | 504.0 | 448.0 |
| 37 | | 426.7 | 384.0 | 341.3 |
| 38 | | 400.0 | 360.0 | 320.0 |
| 39 | | 106.7 | 96.0 | 85.3 |
| 40 | | 226.7 | 204.0 | 181.3 |
| 41 | | 120.0 | 108.0 | 96.0 |
| 42 | | 360.0 | 324.0 | 288.0 |
| 43 | | 346.7 | 312.0 | 277.3 |
| 44 | | 40.0 | 36.0 | 32.0 |
| 45 | | 346.7 | 312.0 | 277.3 |
| 46 | DESARROLLO | 320.0 | 288.0 | 256.0 |

| | | | | |
|-----------------|--------------|---------|---------|---------|
| 47 | | 480.0 | 432.0 | 384.0 |
| 48 | | 253.3 | 228.0 | 202.7 |
| 49 | | 173.3 | 156.0 | 138.7 |
| 50 | | 146.7 | 132.0 | 117.3 |
| PROMEDIO | | 297.3 | 267.6 | 237.8 |
| 51 | MEDIA | 681.7 | 613.5 | 545.3 |
| 52 | | 640.0 | 576.0 | 512.0 |
| 53 | | 693.3 | 624.0 | 554.7 |
| 54 | | 66.7 | 60.0 | 53.3 |
| 55 | | 320.0 | 288.0 | 256.0 |
| 56 | | 360.0 | 324.0 | 288.0 |
| 57 | | 693.3 | 624.0 | 554.7 |
| 58 | | 106.7 | 96.0 | 85.3 |
| 59 | | 426.7 | 384.0 | 341.3 |
| 60 | | -6210.0 | -5589.0 | -4968.0 |
| 61 | | 346.7 | 312.0 | 277.3 |
| 62 | | 426.7 | 384.0 | 341.3 |
| 63 | | 320.0 | 288.0 | 256.0 |
| 64 | | 293.3 | 264.0 | 234.7 |
| 65 | | 880.0 | 792.0 | 704.0 |
| PROMEDIO | | | 3.0 | 2.7 |
| 66 | FINAL | 160.0 | 144.0 | 128.0 |
| 67 | | 156.0 | 140.4 | 124.8 |
| 68 | | 156.0 | 140.4 | 124.8 |
| 69 | | 120.0 | 108.0 | 96.0 |
| 70 | | 68.0 | 61.2 | 54.4 |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| PROMEDIO | | 132.0 | 118.8 | 105.6 |
| SUMA | | 10508.6 | 9457.7 | 8406.8 |
| | | 10180.4 | 9162.4 | 8144.3 |

Anexo

