



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y

RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE REMOLACHA (*BETA VULGARIS*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, 2022 - 2023”

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

Autor:

Tipán Zambrano Alexander Eduardo

Tutora:

Ilbay Yupa Mercy Lucila

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Tipán Zambrano Alexander Eduardo, con cédula de ciudadanía No. 1753863115, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Respuesta del cultivo de remolacha (*beta vulgaris*) a la aplicación de tres láminas de riego en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022 - 2023”. siendo la Ingeniera Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D, 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, 15 de febrero del 2023

Tipán Zambrano Alexander Eduardo

Estudiante

CC: 1753863115

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D

Docente Tutor

CC: 060414790-0

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Tipán Zambrano Alexander Eduardo**, identificado con cédula de ciudadanía **1753863115**, de estado civil soltero a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Doctor Cristian Fabian 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 Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Respuesta del cultivo de remolacha (*beta vulgaris*) a la aplicación de tres láminas de riego en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022 - 2023”. La cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:
Historial académico.

Inicio de la carrera: Abril 2019 – Agosto 2019

Finalización: Octubre 2022 - Marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre del 2022

Tutor: Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D

Tema: “Respuesta del cultivo de remolacha (*beta vulgaris*) a la aplicación de tres láminas de riego en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022 - 2023”.

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, a los 15 días del mes de febrero del 2023.

Alexander Eduardo Tipán Zambrano
EL CEDENTE

Dr. Cristian Fabian Tinajero
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE REMOLACHA (*BETA VULGARIS*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, 2022 - 2023”, de Tipán Zambrano Alexander Eduardo, de la carrera de Ingeniería Agronómica, 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, 15 de febrero del 2023

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D

DOCENTE TUTOR

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: Tipán Zambrano Alexander Eduardo, con el título de Proyecto de Investigación: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE REMOLACHA (*BETA VULGARIS*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, 2022 - 2023”, 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 autorizan los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de febrero del 2023

Ing. MsC. Guido Yauli Chicaiza

Lector 1

CC: 056604409

Astr. Marcela Morillo Acosta. MSc

Lector 2

CC: 1719994392

Ing. Mg. Edwin M. Chancusig E. PhD.

Lector 3

CC: 0501148837

AGRADECIMIENTO

Esta tesis de y el resultado de mi formación, se la debo a muchas personas mis padres mis hermanos mi familia en general y a la Universidad Técnica de Cotopaxi, que no me alcanzaría esta página para detallar sus nombres, cualidades y virtudes, en mi memoria siempre estará el beneficio que recibí de ustedes, más bien le doy gracias a Dios por mi vida y por la suya, por haberlos puesto en mi camino para ayudarme a construir mis éxitos, sin duda son una bendición; y, por todas las cosas buenas que me permitieron sonreír y las malas que indudablemente me ayudaron a crecer.

Alexander Eduardo Tipán Zambrano

DEDICATORIA

Con gran cariño y por su gran apoyo, por ser un pilar fundamental en mi desarrollo profesional, este trabajo no es solo mío es gracias a mis padres, mi familia y a mis grandes amigos que se a podido culminar esta tesis a mi padre Marco, mi madre Rosa, mis hermanos Marco, Yomara, Byron, por ser mi fortaleza, mi tía Verónica por ayudarme siempre, a mis amigos Wendy, Darwin, Braulio por siempre alentarme les dedico este trabajo de titulación.

Alexander Eduardo Tipán Zambrano

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE REMOLACHA (*BETA VULGARIS*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, 2022 – 2023.”

AUTOR: Tipán Zambrano Alexander Eduardo

RESUMEN

El proyecto se realizó en el campus Salache, cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, se realizó el estudio de la influencia del volumen de agua aplicado a el cultivo de remolacha (*beta bulgaris*), donde se aplicó tres tipos de láminas de riego con diferencias de 20 y 60% entre ellas, se determinó 5 variables (altura, N° de hojas, grosor, peso, volumen de agua) con los que determinó que tipo de respuesta tiene el cultivo a distintos volúmenes de agua aplicado, el estudio se realizó en un ciclo de 70 días donde con la ayuda de la estación meteorológica (M1238) se procedió a tomar datos de evaporación y precipitación, se mantuvo las láminas de riego aplicado, se tomó datos de 2 variables (altura y N° de hoja) cada 15 días y los otros tres al final del ciclo, la lámina de 100% de ETc fue la que demostró mejores resultado dando una media alta en cada uno de las variables, la lámina con 60% de diferencia es el de menor resultados, con un volumen total de 7366 m³/ha en todo el ciclo.

Palabras claves: Riego, goteo, capacidad de campo, lamina de riego, capacidad de campo.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI FACULTY OF AGRICULTURAL
SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “RESPONSE OF THE BEET CROP (*BETA VULGARIS*) TO THE
APPLICATION OF THREE IRRIGATION LAYERS IN THE LATACUNGA
CANTON, COTOPAXI PROVINCE, SALACHE CAMPUS, 2022 - 2023.”**

AUTHOR: Tipán Zambrano Alexander Eduardo

ABSTRACT

The project was carried out on the Salache campus, Latacunga canton, Cotopaxi Province, a study was carried out on the influence of the volume of water applied to the beet crop (*beta bulgaris*), where three types of irrigation sheets were applied with differences in 20 and 60% between them, 5 variables were determined (height, number of leaves, thickness, weight, volume of water) with which it determined what type of response the crop has to different volumes of water applied, the study was carried out in a 70-day cycle where with the help of the meteorological station (M1238) we proceeded to take evaporation and precipitation data, the applied irrigation sheets were maintained, data was taken from 2 variables (height and leaf number) every 15 days and the other three at the end of the cycle, the 100% ETC sheet was the one that showed the best results, giving a high mean in each of the variables, the sheet with 60% difference is the one with the lowest results, with a volume total of 7366 m³/ha in the entire cycle.

Keywords: Irrigation, drip, field capacity, irrigation sheet, field capacity.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	3
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo General	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA	7
8.1. Tipos de sistema de riego	7
8.1.1. Aspersión	7
8.1.2. Goteo	7
8.1.3. Exudación	8
8.1.4. Surcos	8
8.1.5. Nebulización	8
8.2. Tipos de riego de goteo	8
8.2.1. Gotero en línea	8
8.2.2. Gotero estándar	8
8.2.3. Gotero regulador	9
8.2.4. Gotero integrado	9
8.2.5. Tubo poroso	9
8.3. Estrategias de riego	9
8.3.1. Riego deficitario	9
8.3.2. Riego deficitario de alta frecuencia	9
8.4. Riego en el cultivo de remolacha	10
8.4.1. Riego por goteo en el cultivo de remolacha	10
8.5. Bases científicas de la temática	10
8.5.1. Evapotranspiración	10

8.5.2.	Proceso de evapotranspiración.....	10
8.5.2.1.	Evaporación.....	10
8.5.2.2.	Traspiración.....	11
8.5.2.3.	Evapotranspiración.....	11
8.5.3.	Conceptos de evapotranspiración.....	11
8.5.3.1.	Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo).....	11
8.5.3.2.	Evapotranspiración del cultivo (ETc).....	11
8.5.3.3.	Coefficiente único del cultivo.....	11
8.5.3.4.	Tanque evaporímetro.....	12
8.6.	cultivo de remolacha.....	12
8.6.1.	Descripción de la planta.....	12
8.6.2.	Taxonomía.....	13
8.6.3.	Requerimiento del cultivo.....	13
8.6.3.1.	Temperatura.....	13
8.6.3.2.	Suelos.....	13
8.6.3.3.	Abonado.....	13
8.6.3.4.	Características morfológicas.....	14
9.	HIPOTESIS.....	14
9.1.	Hipótesis alternativa (Ha):.....	14
9.2.	Hipótesis nula (Ho):.....	14
9.3.	Hipótesis alternativa (Ha).....	14
10.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	15
10.1.	Ubicación y duración de la investigación.....	15
10.2.	Tipo de investigación.....	16
10.3.	Condiciones meteorológicas.....	16
10.3.1.	Tanque evaporímetro clase A.....	16
10.3.2.	Pluviómetro.....	16
10.4.	Materiales y equipos.....	17
10.5.	Diseño experimental.....	17
10.5.1.	Diseño completamente al azar.....	17
10.5.2.	Esquema de análisis de varianza.....	18
10.5.3.	Prueba de medias.....	18
10.5.4.	Comprobador y tabla de tukey.....	19

10.6.	distribución de parcela	19
10.7.	Características del suelo	20
10.8.1.	Precipitación	20
10.8.2.	Evaporación	21
10.9.	Componentes de sistema de riego	21
10.9.1.	Reservorio y bomba.....	21
10.9.2.	Red primaria y secundaria	21
10.9.3.	Cinta de gotea	21
10.10.	Diseño agronómico	22
10.10.1.	Evapotranspiración de referencia ETo.	22
10.10.2.	Evapotranspiración del cultivo ETc	22
10.11.	Lamina de riego a aplicar	22
10.11.1.	Lamina neta	22
10.11.2.	Lamina bruta.....	23
10.11.3.	Eficiencia del sistema de riego	23
10.11.4.	Relación de transpiración	24
10.11.5.	Tiempo de riego.....	24
10.11.6.	Precipitación del emisor	24
10.11.7.	Porcentaje de área bajo riego.....	25
10.11.8.	Diámetro de bulbo húmedo	25
10.11.9.	Frecuencia de riego.....	25
10.12.	Manejo agronómico del ensayo.....	26
10.12.1.	Preparación del suelo.....	26
10.12.2.	Trasplante	26
10.12.3.	Abonado base	26
10.12.4.	Riego.....	26
10.12.5.	Semi aporque	26
10.12.6.	Cosecha.....	27
10.13.	Variables a estudiar	27
10.13.1.	Altura de planta	27
10.13.2.	Numero de hojas	27
10.13.3.	Rendimiento total	27
10.13.4.	Grosor de raíz	28

11.	Resultado	28
11.1.	Parámetro de riego	28
11.2.	Evaluación de sistema de riego	28
11.2.1.	Determinación del diámetro de profundidad de los bulbos húmedos 28	
11.3.	Lamina de riego.....	29
11.3.1.	Necesidad neta y bruta del cultivo.....	29
11.3.2.	Tiempo de riego.....	29
11.3.3.	Volumen de riego aplicado.....	30
11.4.	Altura de planta	30
11.5.	Numero de hojas.....	31
11.6.	Peso de planta.....	32
11.7.	Grosor de planta	34
11.8.	Volumen total.....	35
12.	Conclusiones	36
13.	Recomendaciones	36
	Bibliografía.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3	Materiales y equipos usados en el proceso	17
Tabla 4	Diseño experimental	18
Tabla 5	lamina aplicada	18
Tabla 6	Requerimiento de agua del cultivo por etapas.....	28
Tabla 7	diámetro de bulbo húmedo	29
Tabla 8	Necesidad neta y bruta promedio del cultivo	29
Tabla 9	Tiempo de riego h;mm;ss	29
Tabla 10	volumen de agua promedio.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1	Planteamiento de hipótesis.....	15
----------	---------------------------------	----

figura 2 ubicación campus Salache.....	15
figura 3 prueba de medias.....	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 actividades por objetibo	6
Cuadro 2 descripción taxonómica	13

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del proyecto: Respuesta del cultivo de remolacha (*beta vulgaris*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022 - 2023

Tipo de proyecto: La investigación es de tipo experimental.

Fecha de inicio:

15-11-2022

Fecha de finalización:

23-01-2023

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.

Alexander Eduardo Tipán Zambrano.

Coordinador del Proyecto

Nombre: Alexander Eduardo Tipán Zambrano.

Teléfonos: 0992576737

Correo electrónico: alexander.tipan3115@utc.edu.ec

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. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La lamina de riego es el espesor de la capa de agua con que una superficie queda cubierta o húmeda, para la determinación de esta se toma como factores la evaporación de la zona de producción y el coeficiente único del cultivo (KC), la multiplicación de ambos da como resultado la lámina de riego que debe aplicarse para su óptimo aprovechamiento. (Michel, 2022)

Los sistemas de riego por goteo permiten conducir el agua mediante una red de tuberías y aplicarla a los cultivos a través de emisores que entregan pequeños volúmenes de agua en forma periódica. El agua se aplica en forma de gota por medio de goteros. (Carrión, 2015)

La remolacha es un vegetal cultivado en casi todo el mundo para el consumo en fresco como ensalada, por su contenido de azúcares, minerales o beta caroteno, sustancias de suma importancia para la vitalidad del organismo humano en general. Es un tubérculo que requiere una cantidad específica de agua para su desarrollo óptimo, pero un exceso de agua podría ser perjudicial. (Tellez-Soria, 2018)

La presente investigación demuestra las diferentes respuestas de un cultivo al aplicarse distintas láminas de riego, diferenciar variables notables de un mismo cultivo con una lámina de riego, determinar la cantidad optima de riego para que el cultivo mantenga una producción de excelencia y evitar los usos excesivos de agua que tienden a ser una perdida al final de la producción y no representar a los productores, dependiendo de la zona mantener un margen de lámina hídrica adecuada para un cultivo.

3. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

En Ecuador, la remolacha ha tenido un crecimiento en las hectáreas cultivadas, desde el año 2005 al 2007 con una producción que va de 3 177 toneladas/año a 6 103 toneladas/año, pero en el 2009 de acuerdo a SIGAGRO (2010), se cosecharon 6 614 hectáreas de las cuales, 6 613 hectáreas se ubicaron 2 en la Sierra, dentro de las provincias de Chimborazo, Pichincha, Azuay, Tungurahua, Imbabura, entre otras. Considerando que su demanda supera a la oferta, por su comercialización interna y externa, según (MAGAP, 2012) la alta oferta del producto a causado una baja en los precios de la remolacha haciendo que la ganancia sea menor a la inversión para su producción.

Las necesidades de agua de la remolacha son considerables, su superficie foliar puede considerarse como una de las más desarrolladas entre los diferentes cultivos y como la transpiración se realiza a través de las hojas, la planta expulsa cantidades muy importantes de agua que debe tomar previamente del suelo. Se estima que, para producir 40 toneladas de raíz, el cultivo puede evaporar 7.000 metros cúbicos de agua por hectárea. La rápida transpiración de la hoja causa pérdidas excesivas de agua, al no tener un sistema de riego la evapotranspiración del agua en el suelo es más rápido, lo que evita que el agua se infiltre en el suelo y se mantenga. (Rudolf, 2010)

Los costos por uso de agua son un factor a preocuparse ya que en la mayoría de los casos el recuso agua tiende a tener costos que representan una inversión para el pequeño productor, por este motivo se realizó un análisis económico del uso de agua en el Ecuador obteniendo su productividad en tres diferentes sectores como el sector agrícola (0.556 \$/m³) (CARRANZA, 2019)

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El agua agrícola es un bien público. Su uso eficiente evita su desperdicio y contribuye a aumentar la productividad y la oferta alimenticia, a mejorar las condiciones de vida de la población rural y a abatir los niveles de pobreza y marginación de millones de familias rurales, el riego agrícola se utiliza muy poco: solo en el 13 % de la superficie totales que son cultivable. Se hace imperativo, por lo tanto, en virtud de los grandes desafíos que la producción de alimentos enfrentará en las próximas décadas, incrementar las superficies que son irrigadas y la eficiencia del agua agrícola y, de esa manera, aumentar la productividad. (Víctor Villalobos Arámbula, 2017)

El riego por goteo es un tipo de riego localizado de alta frecuencia mediante el cual se distribuye el agua a la zona radicular de las plantas por medio de unos emisores especiales llamados goteros distribuidos a lo largo de micro tuberías de material flexible. Al humedecer sólo el volumen de suelo donde se localizan las raíces, la frecuencia de riego debe aumentar para satisfacer totalmente las necesidades de riego del cultivo, menores pérdidas por evapotranspiración. Debido a que se moja sólo una pequeña porción de la superficie del suelo, las pérdidas por evaporación son menores. Esta reducción de la evaporación directa

se compensa en parte por un aumento de la transpiración del cultivo debido a la sequedad del follaje y consiguiente aumento de la temperatura. (MORILLO-VELARDE, 2001)

Según (FAO, 2011), la remolacha, es parte de la alimentación de la población ecuatoriana en todos los estratos sociales, con un porcentaje que abarca el 62 % de consumo en los últimos 5 años. Esta hortaliza de raíz, que contiene aproximadamente 10 % de carbohidratos, constituye un componente importante de los sistemas agrícolas de pequeños agricultores.

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos de este proyecto son los agricultores que apuestan por la producción de remolacha 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.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar la respuesta del cultivo de remolacha (*beta vulgaris*) a la aplicación de tres láminas de riego en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2022 - 2023.

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar la reacción morfológica de la planta de remolacha (*beta vulgaris*) con efecto de tres láminas de riego diferentes.
- Identificar cual tratamiento ofrece mejores resultados al momento de la producción.
- Calcular la cantidad de agua usada en todo el ciclo de producción.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Cuadro *I* actividades por objetivo

Objetivos Específicos	Actividad (tarea)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
Determinar la reacción morfológica del cultivo con efecto de tres láminas de riego.	Toma de datos cada 15 días. Variables a estudiar <ul style="list-style-type: none"> • Altura de planta. • Numero de hojas. 	Delimitar los efectos de la aplicación de láminas deficitarias de riego.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis. estadístico • Fotografías. • Datos obtenidos.
Identificar cual tratamiento ofrece mejores resultados al momento de la producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de datos. • Diferenciación de tratamientos. Variable a estudiar <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento en Kg 	Diferenciar los resultados obtenidos de cada tratamiento y observar sus diferencias.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis estadístico • Fotografías
Calcular la cantidad de agua usada en todo el ciclo de producción.	Medición de volumen de agua aplicada Realizar cálculos de uso total de agua usado en todo el ciclo.	Conocer la cantidad de agua total para obtener una producción óptima.	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas de Excel. • fotografías. • Interpretación de resultados.

Elaborado por: Tipán Alexander (2023)

8. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA

El agua que se destina a riego agrícola bordea el 70% de la disponibilidad de agua dulce del planeta, y en Ecuador el porcentaje es muy parecido. Esto justifica cualquier esfuerzo de investigación o estrategia para optimizar el aprovechamiento del agua de riego, el uso en riego es el principal por volumen utilizado, pero se realiza bajo condiciones ineficientes. La deficiencia en el manejo del agua de riego se observa en todos los componentes del sistema, desde la captación hasta la aplicación en las parcelas; pasando por la conducción, almacenamiento, distribución y métodos de riego parcelario. (Nieto, 2018)

El recurso agua es indispensable y de la misma forma escaso, se es recomendable su uso de forma eficaz y específica mediante sistemas de riego que optimicen y procuren no tener un desperdicio hídrico y aportar mejor hidratación a los cultivos.

8.1. Tipos de sistema de riego

Los métodos de riego se pueden clasificar en: riego por superficie y riego presurizado. En el primero, se encuentran el riego por melga y el riego por surco. En el segundo se distinguen el riego por goteo, aspersión y micro aspersión. En el riego por surco el agua avanza por canales o surcos realizados en el suelo. (Demin, 2014)

8.1.1. Aspersión

El riego por aspersión sigue siendo en España uno de los sistemas de riego a presión más importantes. Por tanto, este sistema de riego juega un papel cuantitativo importantísimo dentro del sector del riego nacional y de ahí que sea necesario tener información fiable sobre el funcionamiento de los aspersores, que son los responsables de distribuir el agua con suficiente uniformidad en el terreno. (Planas, 2022)

8.1.2. Goteo

El agua y los nutrientes se entregan en el campo a través de un sistema de tuberías llamados “Mangueras de goteo”, las cuales contienen pequeños dispositivos llamados “goteros”. Cada gotero emite un flujo controlado de gotas que contienen agua y fertilizantes, resultando en una uniforme aplicación de agua y nutrientes directamente a la zona radicular de cada planta a lo largo de todo el campo. (Olalla, 2005)

8.1.3. Exudación

El riego por exudación es un sistema de riego consistente en un tubo poroso que exuda agua por la totalidad de su superficie. El tubo de riego es de material textil, así a través de sus pequeños poros se expulsa el agua de manera uniforme, provocando una línea de humedad continua en toda su longitud. (Internacionales, 2019)

8.1.4. Surcos

El riego por surcos es un sistema de riego por superficie también denominado riego por gravedad en el cual el agua se coloca en la cabecera de los surcos y por gravedad avanza hasta el extremo más bajo permitiendo; durante este tiempo, la infiltración de una lámina de agua de mayor valor se presenta generalmente en la cabecera del campo. (cenicaña, 2015)

8.1.5. Nebulización

Es un sistema de riego en el cual se expulsa agua en forma de neblina, a través de emisores colocados en la parte superior de los cultivos, el cual además de suministrar agua o fertilizante, contribuye a disminuir temperatura y elevar el nivel de humedad relativa en el interior de los invernaderos. (iagua, s.f.)

8.2. Tipos de riego de goteo

Como su propio nombre indica, el riego por goteo consiste en regar gota a gota. Se trata de un método de riego de alta eficiencia que se caracteriza por la aplicación frecuente de pequeñas cantidades de agua localizada cerca de las raíces de las plantas.

los principales tipos de riego por goteo que existen son: (Castillo Arnedo , 2018)

8.2.1. Gotero en línea

Es el ideal para plantas que estén alineadas, ya sea en macetas, jardineras o en huertos. Se montan en micro tubos y son muy interesantes ya que se pueden poner hasta 12 goteros. Además, pueden suministrar 2 litros de agua por hora. (Castillo Arnedo , 2018)

8.2.2. Gotero estándar

Se emplea para regar planta por planta. Para este tipo de sistemas se necesitan micro tubos y una tubería. Pueden ponerse hasta 24 goteros en el micro tubo y hasta 250 en la tubería. Pueden suministrar 2,5 litros de agua por hora. (Castillo Arnedo , 2018)

8.2.3. Gotero regulador

Muy recomendado para regar plantas que estén en macetas. Su caudal es de 0 a 60 litros por hora. Para aprovecharlo al máximo se aconseja poner un gotero en micro tubo o una tubería. (Castillo Arnedo , 2018)

8.2.4. Gotero integrado

Es un sistema de riego por goteo especialmente indicado para regar plantas que estén plantadas en el suelo. Dejando una separación de unos 33 cm entre goteros, podemos abastecer las necesidades hídricas de muchos árboles, arbustos, flores y del huerto. El caudal es de unos 2 litros por hora. (Castillo Arnedo , 2018)

8.2.5. Tubo poroso

Es un tipo de tubería fabricada que tiene micro-agujeros en toda su superficie a través de los cuales va saliendo el agua. Gracias a ella se puede ahorrar entre un 50%-70% de agua. El caudal es de 6 a 9 litros por hora. (Castillo Arnedo , 2018)

8.3. Estrategias de riego

Las estrategias de riego se pueden entender como criterios para decidir el momento de efectuar un riego y la cantidad de agua a aplicar. Un criterio general es aplicar el riego cuando el Déficit de Agua en el Suelo (DAS) sea igual al Nivel de Agotamiento Permisible (NAP), aplicando las necesidades brutas de riego (N_b). (Alarcón, 2006)

8.3.1. Riego deficitario

El riego deficitario es una estrategia que consiste en la optimización de agua teniendo en cuenta las necesidades hídricas de la planta. Cuando el cultivo se encuentre en una fase sensible a la sequía será regado, pero fuera de este periodo el riego será limitado o según qué caso innecesario. (Richard Alberto Rodríguez, 2014)

8.3.2. 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 las la cosecha impacto mínimo (Sellés, 1997).

8.4.Riego en el cultivo de remolacha

El agua, es el factor que más influye sobre el peso y la riqueza de la remolacha azucarera; a la vez es el más difícil de manejar, por depender de muchos otros parámetros como climatología, tipo de suelo, profundidad de raíces, etc. El volumen de agua a emplear puede oscilar entre 50 y 70 l/m², siendo aplicada desde mediados de agosto a principios de septiembre. La remolacha necesita aproximadamente 20 l/m² para nacer, pero si en un plazo de 15-20 días no ha recibido de nuevo agua, puede perderse la siembra. (Science, 2019)

8.4.1. Riego por goteo en el cultivo de remolacha

El riego por goteo es un tipo de riego localizado de alta frecuencia mediante el cual se distribuye el agua a la zona radicular de las plantas por medio de unos emisores especiales llamados goteros distribuidos a lo largo de micro tuberías de material flexible. Al humedecer sólo el volumen de suelo donde se localizan las raíces, la frecuencia de riego debe aumentar para satisfacer totalmente las necesidades de riego del cultivo. (MORILLO-VELARDE, 2001)

8.5.Bases científicas de la temática

8.5.1. 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:

8.5.2. Proceso de evapotranspiración

8.5.2.1. Evaporación

La evaporación es el agua contenida en el suelo que se vaporiza por acción de la energía que llega a la superficie del suelo en forma de radiación solar y por la temperatura del aire. La evapotranspiración ocurre en función de los siguientes factores: climáticos, cultivo y manejo. Climáticos. (Allen R. G., 2006)

8.5.2.2. Traspiración

La transpiración es el transporte y evaporación del agua desde el suelo a la atmósfera, a través del tejido de las plantas. Un cultivo pierde agua por los estomas, que son pequeñas aberturas en las hojas de las plantas por donde atraviesan gases y vapor de agua. (Allen R. G., 2006)

8.5.2.3. Evapotranspiración

Definición Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos: - Evaporación desde el suelo y desde la superficie cubierta por las plantas. - Transpiración desde las hojas de las plantas. (SIAR, 2020)

8.5.3. Conceptos de evapotranspiración

8.5.3.1. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀)

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 ET₀ (Allen P. R., 2006).

8.5.3.2. Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

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).

8.5.3.3. Coeficiente único del cultivo

Es la relación que existe entre la Evapotranspiración real (ET_c) de cada cultivo específico y la evapotranspiración de referencia ET₀ en esas mismas condiciones, y en ese mismo microclima. Es por tanto un número adimensional (normalmente entre 0,1 y 1,2) que multiplicado por el valor de ET₀ da como resultado evapotranspiración para cada cultivo (ET_c).

Los coeficientes de cultivo (K_c) se usan, junto con ET₀, para calcular las tasas de evapotranspiración de cada cultivo. Los agricultores pueden utilizar el valor resultante de ET_c para decidir con qué frecuencia y cuánta agua se debe aplicar en cada riego. (SIAR, 2020)

8.5.3.4. Tanque evaporímetro

Tanque Evaporímetro Clase A, para la medición de la Evaporación ambiental. Dotado de un extraordinariamente preciso 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.

Dispone de un sistema de rellenado automático del tanque, controlado por nuestra Estación Meteorológica Digital, permitiendo realizar las lecturas siempre en el mismo rango de alturas. (Quimisur, 2020)

8.6.cultivo de remolacha

El cultivo de remolacha de las variedades (*beta vulgaris*), en el país se desarrolla en zonas templadas o frías que se localiza especialmente en las provincias de: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar y Loja.

Temperatura: La germinación se produce a 20-25°C. El crecimiento de las raíces carnosas se desarrolla entre 15-23°C, mientras que las hojas se favorecen con temperaturas de 20 – 30 °C.²⁹ → Luz: En este cultivo es muy importante la intensidad de iluminación, ya que permite el buen ejercicio de la fotosíntesis y condiciona la importancia de la elaboración de azúcar.

15. Clima: Un clima templado y húmedo contribuye a la producción de un elevado porcentaje de azúcar en la remolacha. → Suelo: Los suelos profundos con un pH entre 6.5 a 8.0, con elevada capacidad de retención de agua, poca tendencia a formar costra y buena aireación son los más convenientes para la remolacha. Los suelos arcillosos, arenosos, calizos y secos no son propios para este cultivo. → Altura: 1.840 metros sobre el nivel del mar. → Tiempo de cosecha: La remolacha se cosecha entre los 50 y 65 días de sembrada (CAYO, 2015)

8.6.1. Descripción de la planta

Es una planta herbácea anual o bienal, glabra, de porte erecto y que alcanza hasta 2 m de alto. Es ramificada y frondosa, de color verde a morado-violáceo y tiene raíces delgadas o tuberosas ricas en azúcar. Las hojas, generalmente de hasta de 12 por 6 cm, son pecioladas; las basales en roseta y ovadas, cuneadas a subcordadas y las caulinares rómbico-oblongas a linear-lanceoladas. Las inflorescencias consisten en racimos de 1-4 flores hermafroditas, dispuestas en largas y delgadas espigas. El perianto, pentámero y acrescente, es herbáceo, de

color verdoso, y mide unos 2-5 mm. El fruto es un pixidio dehiscente por un opérculo y con una única semilla.2 (CAYO, 2015)

8.6.2. Taxonomía

Cuadro 2 descripción taxonómica

Familia	Chenopodiaceae
Género	<i>Beta</i>
Especie	<i>B. vulgaris</i>
Nombre científico	<i>Beta vulgaris</i>
Nombre común	Remolacha azucarera

Fuente: (Rudolf, 2010) Elaborado por: Tipán Alexander

8.6.3. Requerimiento del cultivo

8.6.3.1. Temperatura

“Temperatura: La germinación se produce a 20-25°C. El crecimiento de las raíces carnosas se desarrolla entre 15-23°C, mientras que las hojas se favorecen con temperaturas de 20 – 30 °C.29” (CAYO, 2015)

8.6.3.2. Suelos

los suelos profundos con un pH alrededor de 7, con elevada capacidad de retención de agua, poca tendencia a formar costras y buena aireación son los más convenientes para la remolacha. Los suelos arcillosos, arenosos, calizos y secos no son propicios para este cultivo. (Science, 2019)

8.6.3.3. Abonado

Las exigencias nutricionales de la remolacha azucarera son elevadas y la fertilización debe tener en cuenta el ciclo vegetativo largo. Este exige por un lado fuentes disponibles y asimilables rápidamente y por otro lado nutrientes de acción prolongada y persistentes. Los suelos que tienden a compactarse deben ser abonados con productos orgánicos para mejorar su estructura. Se recomienda aplicar 22000 kg/ha de un estiércol bien curado y bien repartido por el campo en una capa regular.

La relación óptima de N: P₂O₅: K₂O es 1: 0.8: 1.2.

Esta relación ideal no siempre se puede lograr, pues depende del cultivo anterior, de la calidad del abonado orgánico, de la actividad del suelo y de su grado de productividad. (Science, 2019)

8.6.3.4. Características morfológicas

La remolacha azucarera es una planta bianual perteneciente a la familia Chenopodiaceae y cuyo nombre botánico es *Beta vulgaris* L. Durante el primer año la remolacha azucarera desarrolla una gruesa raíz napiforme y una roseta de hojas, durante el segundo, emite una inflorescencia ramificada en panícula, pudiendo alcanzar ésta hasta un metro de altura.

- Semillas: Pequeñas, ligeras y leñosas. Se encuentran adheridas al cáliz
- Raíces: Pivotante de color blanquecino-rosado e incluso amarillo-verdosa. Piel rugosa con círculos en espiral. Carnosa con eje fibroso. Enterrada casi en su totalidad
- Flores: Poco llamativas y hermafroditas. Agrupadas en espigas en la extremidad de los tallos. La polinización es generalmente cruzada, porque sus órganos masculinos y femeninos maduran en épocas diferentes.
- Hojas: Grandes con forma oval y bordes festoneados. Color verde. (Science, 2019)

9. HIPOTESIS

9.1.Hipótesis:

Que tratamiento ofrece mejores resultados al ser aplicado en un cultivo de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) en el campus Salache del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2023.

9.2.Hipótesis nula (H₀):

La respuesta del cultivo de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) es la misma para los tres tratamientos de láminas de riego en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2023-

9.3.Hipótesis alternativa (H_a)

La respuesta del tratamiento uno T1 en el cultivo de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.)

vota mejores resultados a comparación de los otros dos tratamientos aplicados en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2023.

Tratamientos	
$H_0: \sum_{i=1}^t t_i = 0$	$H_0: \sigma_t^2 = 0$
$H_a: \sum_{i=1}^t t_i \neq 0$	$H_0: \sigma_t^2 \neq 0$
Modelo 1 Fijo	Modelo 2 Aleatorio

figura 1 Planteamiento de hipótesis

10.DISEÑO METODOLÓGICO

10.1. 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 ubicación campus Salache

Extraído de (GPS, 2020)

10.2. Tipo de investigación

Tipos

Descriptiva: Tipo descriptiva porque nos permitió determinar las distintas respuestas físicas a la aplicación de láminas de riego.

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

Técnicas

Observación: Esta técnica se aplicó para determinar de forma visual el desarrollo y cambio morfológico de la planta de igual manera permitió comprobar la diferencia que tienen las distintas camas con las láminas de riego aplicadas (T1, T2, T3).

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

10.3. 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.

10.3.1. Tanque evaporímetro clase A

Tanque Evaporímetro Clase A, para la medición de la Evaporación ambiental. Dotado de un extraordinariamente preciso 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. (Quimisur , s.f.)

10.3.2. Pluviómetro

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

Cualquier recipiente de boca ancha, que posea una superficie conocida puede servir como pluviómetro; para efectuar las medidas, se empleará una probeta graduada que dará los cc. de precipitación caídos en el pluviómetro. (Meteogalicia, s.f.)

10.4. Materiales y equipos

Se detallan los materiales utilizados en la investigación.

Tabla 1 Materiales y equipos usados en el proceso

<i>Materiales</i>	<i>Equipos</i>
<i>Plántulas</i>	Flexómetro
<i>Piolas</i>	Cámara
<i>Estacas</i>	Celular
<i>Azadón</i>	Pluviómetro
<i>Rastrillo</i>	Tanque evaporímetro
<i>Abonos</i>	Balanza
<i>Codos</i>	Calibrador
<i>Uniones</i>	
<i>Llaves de paso</i>	
<i>Cinta de goteo</i>	
<i>Estilete</i>	

Elaborado por: Tipán Alexander (2023).

10.5. Diseño experimental

El "Diseño de Experimentos" es una técnica estadística sistemática cuyo objetivo es realizar una serie de pruebas en las que se inducen cambios deliberados para averiguar si determinados factores influyen en la variable de interés o de estudio y, si existe influencia de algún factor en el proceso o producto. (Hernández, 2019)

10.5.1. Diseño completamente al azar

El diseño completamente al azar es el más sencillo de los diseños de experimentos que tratan de comparar dos o más tratamientos, puesto que sólo considera dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución F. (Bosque, 2020)

10.5.2. Esquema de análisis de 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 2 Diseño experimental

Fuente de Variación	Formul a	Grados de libertad
Repeticiones	(R-1)	2
Tratamientos	(T-1)	2
Error	(T-1)(R-1)	4
Total		8

Fuente: (Bosque, 2020) **Elaborado por:** Tipán Alexander (2023)

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

Tabla 3 lamina aplicada

TRATAMIENTO	LAMINA (% ETc)
T1	100%
T2	80%
T3	60%

Elaborado por: Tipán Alexander (2023)

10.5.3. Prueba de medias

La comparación de medias en un sentido más general, abarca la comparación de los valores de una variable continua según los valores de una variable (o factor) que se puede resumir en dos o más categorías (como el ejemplo expuesto previamente) y que englobaríamos dentro de las pruebas para datos independientes. (Moral, 2012)

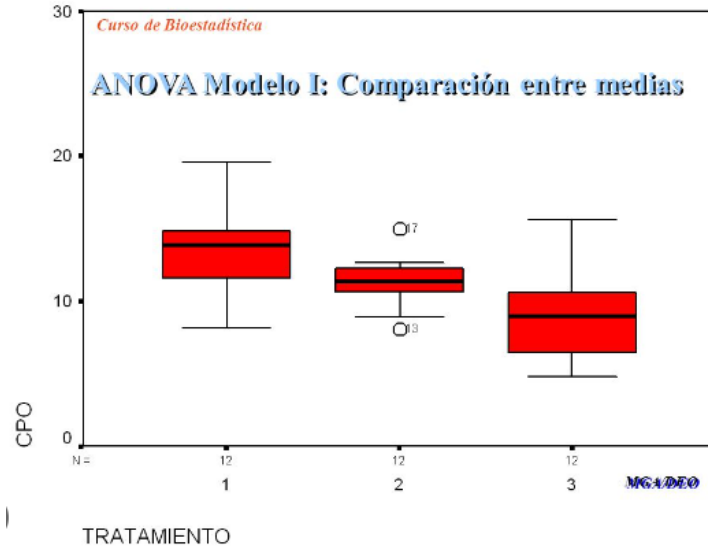


figura 3 prueba de medias

Extraído de (John., 1949)

10.5.4. Comprobador 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).

10.6. distribución de parcela

El lote de terreno en el cual se realizó la investigación fue de 70 m², se realizó 9 camas de 1 m de ancho, y 5 m de largo. Para el área individual de las camas, 1m y 5 m de largo, con tres

hileras distanciadas a 0.30 m y con una separación entre plantas de 0.35 m dando lugar a 45 plantas por unidad experimental y un total de 405 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 15 plantas.

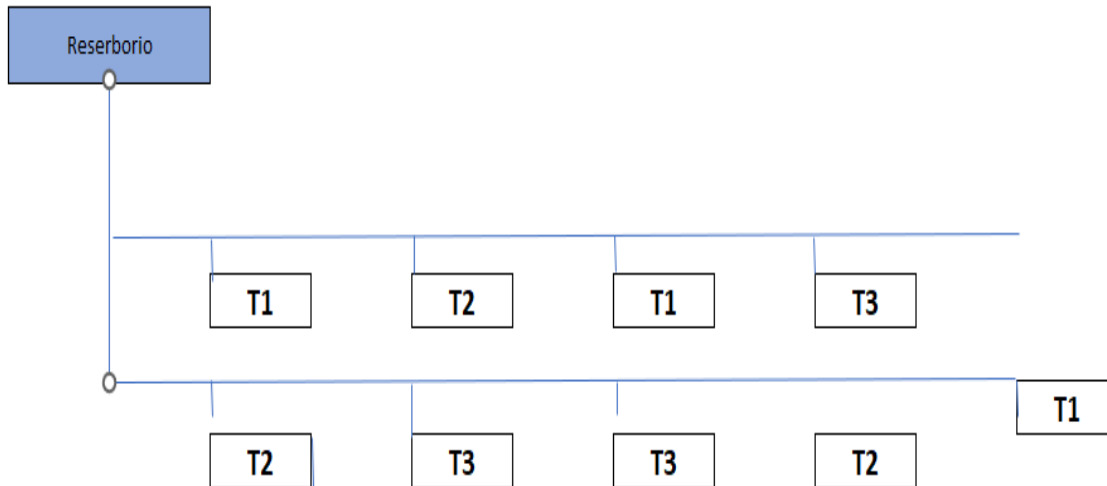


Figura 4 DBCA Elaborado Por: Tipán Alexander

10.7. Características del suelo

La remolacha prospera bien en los suelos con pH cercano a la neutralidad (6,6 a 7,5), es sensible a la acidez del suelo, de modo que se debe evitar este tipo de suelos, la remolacha es tolerante a la salinidad, el sodio se usa como estimulante de crecimiento de cultivo, el drenaje debe ser bueno que evite la acumulación de agua en la zona de crecimiento de la raíz, la profundidad de los suelos debe ser de 20 cm, es preferible la siembra en suelos arenosos para un mejor engrosamiento e la raíz. (Morales, 2019)

10.8. Condiciones climáticas

10.8.1. 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).

10.8.2. 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).

10.9. Componentes de sistema de riego

10.9.1. 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.

10.9.2. Red primaria y secundaria

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.

10.9.3. Cinta de gotea

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.

10.10. Diseño agronómico

10.10.1. 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 ETo se calculó mediante el método del tanque evaporímetro clase A en base a los registros de la evaporación (ver sección 8,5,3,4) 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.

10.10.2. Evapotranspiración del cultivo ETc

(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 (ETc). Para determinar la evapotranspiración del cultivo de lechuga se utilizó el procedimiento indicado en la FAO N 56 mediante la ecuación siguiente.

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

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.

10.11. Lamina de riego a aplicar

10.11.1. Lamina 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.

$$N_n = ET_c - P_e = ET_c(\text{ajustada})$$

donde:

P_e : precipitación efectiva (mm/día).

10.11.2. Lamina bruta

Se denomina lamina 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 determino la lámina bruta considerando la uniformidad del riego. (Allen R. G., 2006)

$$N_b: N_n \times E$$

N_n : Necesidad neta

E : eficiencia del sistema de riego (%)

10.11.3. 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 goteros 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 (%)

10.11.4. Relación de transpiración

La evaluación en campo es especialmente difícil ya que dentro del bulbo húmedo las variaciones de la tención 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).

$$E: 0.9 \times CU$$

10.11.5. 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 calculo el tiempo de riego en base a la siguiente expresión:

$$T: \frac{Nb}{P}$$

Tr: Tiempo de riego (h/día)

Nb: Lamina bruta (mm/día)

P: Precipitación del emisor (mm/h)

10.11.6. Precipitación del emisor

Para entender la diferencia entre un gotero compensante y otro que no lo sea debemos de conocer la fórmula de cálculo del caudal de los emisores de riego. Esta se ajusta a una ecuación del siguiente tipo:

$$q = K * h^x$$

Siendo q el caudal del emisor en litros/hora.

K : el coeficiente de descarga, que es un valor característico de cada emisor.

h : la presión a la entrada del emisor en metros de columna de agua (mca)

x : el exponente de descarga del emisor que expresa la sensibilidad de los goteros a las variaciones de presión como posteriormente veremos.

Esta fórmula es la misma para cualquier tipo de emisor, ya sea gotero o aspersor, si bien nos centraremos en los emisores para riego localizado.

10.11.7. 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)

10.11.8. Diámetro de 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. (Moreno, 2022)

10.11.9. 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).

10.12. Manejo agronómico del ensayo

10.12.1. Preparación del suelo

Se realizó la des compactación del suelo con la ayuda de los estudiantes de la carrera, con la ayuda de azadones y azadas se mullo el suelo para que en el monto de la siembra las raíces no tengan problemas en el proceso de enraizamiento y desarrollo.

10.12.2. Trasplante

Se procedió a trasplantar 400 plántulas de remolacha azucarera, se procedió a colocar a una distancia de 0.35 cm entre planta y 0,30 entre filas, se colocó un abonado inicial de 3 sacos de eco bonaza.

10.12.3. Abonado 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.

10.12.4. Riego

se debe regar en cuanto se observen los primeros síntomas de falta de agua, es decir, cuando la remolacha empieza a “sestar”. Estos riegos deben ser de dosis bajas (35 l/m²), para evitar encharcamientos, que pueden causar rebrotes y originar enfermedades. Se recomienda regar hasta el arranque. (TRAXCO, 2010)

10.12.5. Semi aporque

Se realizó un semi aporque cada 30 días para mantener la forma de la cama y suavizar el suelo cerca de las raíces de la remolacha lo que ayuda a esta para que el engrose de la raíz y aumente su tamaño.

10.12.6. Cosecha

La cosecha comienza desde el día 70 del ciclo de la remolacha, una vez que la raíz tenga un grosor adecuado se procede a extraer del suelo la planta completa ya que es la raíz la parte más consumida y vendida.

10.13. Variables a estudiar

10.13.1. Altura de planta

Según (Rudolf, 2010) la altura de las remolachas está en un promedio de 30 cm de altura desde el suelo hasta el ápice de la hoja, sin tomar en cuenta la raíz, se procede a tomar datos de altura pasado 15 días de la siembra y se las siguió tomando cada 15 días y tener un aproximado de cuanto crece pasado el tiempo planteado y diferenciar el tamaño promedio de un tratamiento con respecto a los demás tratamientos.

La remolacha en una raíz que cuenta con un número determinado de hojas. Se producen por encima de 9 a 10 hojas a lo largo de la primera producción de la remolacha. Al igual manera se procede a tomar datos cada 15 días después de la siembra, se mantiene un número constante de hojas, aunque existe hojas con afectaciones o atacada por insectos lo que reduce su número. (Rudolf, 2010)

10.13.2. Numero de hojas

La remolacha en una raíz que cuenta con un número determinado de hojas. Se producen por encima de 9 a 10 hojas a lo largo de la primera producción de la remolacha. Al igual manera se procede a tomar datos cada 15 días después de la siembra, se mantiene un número constante de hojas, aunque existe hojas con afectaciones o atacada por insectos lo que reduce su número. (Rudolf, 2010)

10.13.3. Rendimiento total

Por lo general, cuenta con un diámetro de entre 5-10 cm, oscilando su peso entre los 80-200 gramos. Las tonalidades que se pueden apreciar en la remolacha van desde el rosáceo al violeta, anaranjado, marrón o rojizo. (Murcia digital , 2021) este dato se tomara únicamente al final del ciclo cuando la raíz este engrosada, se diferencia los resultados de los tratamientos.

10.13.4. Grosor de raíz

el diámetro de la remolacha se varía dependiendo de la cantidad de agua que esta reciba de igual manera como el rendimiento se toma el dato al final del ciclo con y determinar la relación entre grosor y peso de cada uno de los tratamientos.

11.Resultado

11.1. Parámetro de riego

En la siguiente tabla se muestra la evapotranspiración del cultivo, el incremento que tiene con el pasar de las fases de desarrollo de la planta, debido a este desarrollo se aumenta la cantidad media de agua aplicada es de 1,05 mm la variación de referencia y los cambios en las condiciones climáticas donde los puntos altos corresponden a los días calurosos y los más bajos en los fríos.

Tabla 4 Requerimiento de agua del cultivo por etapas

ETAPAS	ET _o	K _c	ET _c
INICIAL	2,2	0,35	0,77
DESARROLLO	2,1	1,05	2,21
FINAL	0,3	0,95	0,28

Elaborado por: Tipán Alexander Fuente: (Rudolf, 2010)

11.2. Evaluación de sistema de riego

11.2.1. Determinación del diámetro de profundidad de los bulbos húmedos

En base de una lámina de 5 mm durante 10 min, se puede determinar el diámetro húmedo de 0,15 m llegando a una profundidad de 0,16m. teniendo en cuenta la aplicación de distintas láminas de riego se disminuye en un 20 % para la siguiente lamina, en 8 min aplicado se obtuvo un diámetro de 12 m y una profundidad de 12, la última lamina tendrá una reducción del 40% y se tuvo un diámetro de 10 m y una profundidad de 11 m.

Los 3 diámetros obtenidos servirán de base para la aplicación de las láminas de riego por cada tratamiento. (Moreno, 2022)

Tabla 5 diámetro de bulbo húmedo

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>DIÁMETRO</i> (m)	<i>PROFUNDIDAD</i> (m)
T1: 100% ETc.	0,15	0,16
T2: 80% ETc.	0,12	0,12
T3: 60% ETc.	0,10	0,11

Fuente: (Moreno, 2022) **Elaborado por:** Tipán Alexander

11.3. Lamina de riego

11.3.1. Necesidad neta y bruta del cultivo

La necesidad neta el cultivo tubo un cálculo de 63,99, que es la necesidad total que se debe suministrar al cultivo, mientras que la necesidad bruta fue de 71,10 con una eficiencia de riego de 90%, este es el total de agua aplicada en las láminas de riego.

Tabla 6 Necesidad neta y bruta promedio del cultivo

Nn (necesidad neta mm/día)	Nb (necesidad bruta mm/ día)
0,67	0,70

Elaborado por: Tipán Alexander

11.3.2. Tiempo de riego

La aplicación del riego en el cultivo de remolacha azucarera fue desde el trasplanta hasta los 70 días del ciclo de producción, se mantuvo una toma de dato meteorológico de la estación para calcular la necesidad hídrica del cultivo dependiendo de Kc de este y la etapa fenológica respectiva, mediante el anterior cálculo se procede a humedecer los bulbos el tiempo que este determine.

Tabla 7 Tiempo de riego h;mm;ss

T1 100% ETc	T2 80% ETc	T3 60% ETc
00:03:08	00:2:00	00:00:30

Elaborado por: Tipán Alexander

11.3.3. Volumen de riego aplicado

El volumen aplicado para el estudio se divide en los 3 tratamientos, en la parte inicial del cultivo se tubo 3 medidas promedio, en el T1 (100% ETc) con 25,73 m³/ha, en el T2 (80%ETc) se aplicó 22,83 m³/ha y en el T3 (60% ETc) se aplicó un total de 15,44 m³/ha.

Desde el día 15 hasta 60 de dio un volumen promedio en el T1 (100%ETc) se dio 264,9 m³/ha, mientras que en el T2 (80% ETc) se dio un promedio de 238,4 m³/ha y en el T3 (60% ETc) tuvo un total de 159 m³/ha, el aumento del volumen de agua se debe a las condiciones climáticas y al entrar en la etapa de desarrollo el cultivo demande una mayor cantidad de agua.

En la fase media se da un aumento foliar, las hojas tienen a tomar más altura tamaño y grosor, gracias a lo que aumenta la actividad fotosintética, en esta etapa se da una demanda igual o menor a la anterior etapa, uno de los factores de esto es la evaporación diaria que tiende a aumentar al inicio de la etapa pero disminuye de gran manera a los días finales de esta misma teniendo que se aplicó a T1 (100% ETc) 3,0 m³/ha, en el T2 (80%ETc) se aplicó 2,7 m³/ha y en el T3 (60% ETc) se aplicó un total de 1,8 m³/ha.

A partir del día 60 hasta el día 70 pertenece a la etapa final es el de un volumen nulo, debido a que en el mes de enero tubo niveles muy altos de precipitación, dando valores pasados al volumen optimo, por consecuencia teniendo sobresaturación de agua en el suelo en T1 (100% ETC) con 133,5 m³/ha, en T2 (80% ETc) 120,1 m³/ha, y T3 (60% ETC) 80,1 m³/ha.

Tabla 8 volumen de agua promedio

TRATAMIENTO	E. INICAIL	E. DESARROLLO	E. FINAL
T1	25,73	264,9	133,5
T2	22,83	238,4	120,1
T3	15,44	159	80,1

Elaborado por: Tipán Alexander

11.4. Altura de planta

El análisis de varianza para altura a los 70 días evidencio diferencias altamente significativas($p \leq 0.0001$) entre los diferentes tratamientos aplicados en el estudio, dando como evidente la influencia de agua en el desarrollo foliar del cultivo, con un coeficiente de variación menor al 10% adecuado para este tipo de investigación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2536,32	2	1268,16	254,79	<0.0001
tratamientos	2536,32	2	1268,16	254,79	<0.0001
Error	433,03	87	4,98		
Total	2969,34	89			

Se realizó un análisis de medias con la prueba tukey al 5% determinando tres grupos para la altura de la remolacha, para el T1 al 100% ETc (34,97 cm), en el T2 al 80 % ETc (25,63 cm), y el T3 al 60 % ETc (20,4 cm), a medida que se da una reducción hídrica al cultivo se concluye que el tamaño de la hoja es dependiente de la cantidad de agua que se aplique.

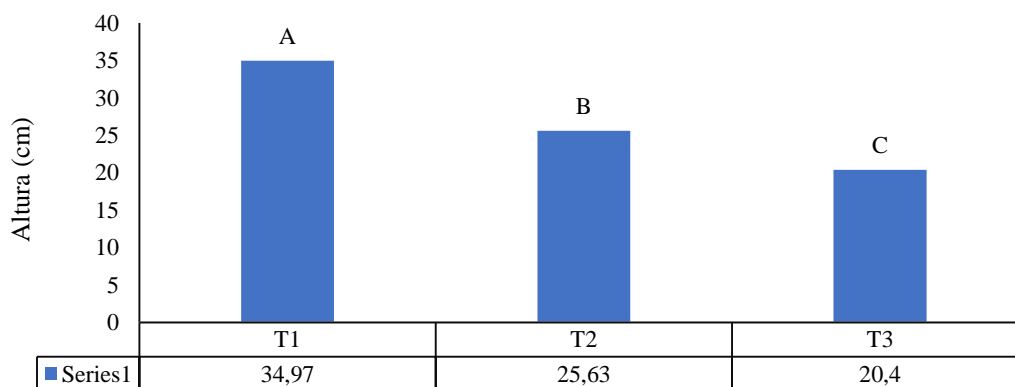


Figura 5 altura de plantas

según Orberá (2018) el tamaño de las remolachas del estudio entran en alturas semejantes a los tamaños promedio en el campo, teniendo reducciones de tamaño por menores aplicaciones de agua.

11.5. Numero de hojas

El análisis de varianza para el número de hojas a los 70 días evidenció diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$) entre los diferentes tratamientos aplicados en el estudio, dando como evidencia la influencia de agua en el desarrollo foliar del cultivo, con un coeficiente de variación menor al 15% adecuado para este tipo de investigación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	180,60	2	90,30	148,23	<0.0001
tratamientos	180,60	2	90,30	148,23	<0.0001
Error	53,00	87	0,61		
Total	233,60	89			

Se realizó un análisis de medias con la prueba tukey al 5% determinando tres grupos para el número de hojas, el número de hojas de T1 al 100% ET (8,10), en el T2 al 80 % ETc (7), y el T3 al 60 % ETc (4,7), a medida que se da una reducción hídrica al cultivo en las etapas iniciales se concluye que el número de las hojas es delimitado a la cantidad de agua según la demanda de la etapa del cultivo.

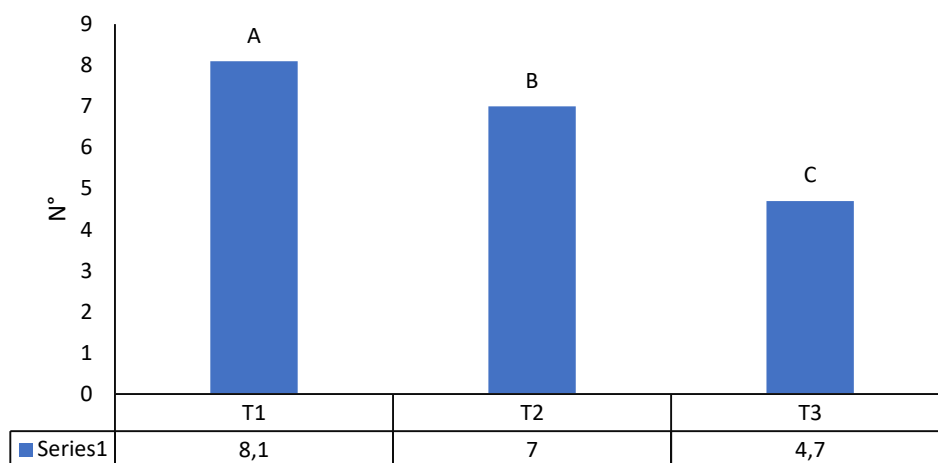


Figura 6 número de hojas

según FAO (2011) La cantidad de agua determina el número de hojas, ya que al existir gran cantidad de agua aumenta la parte foliar, mientras que menos cantidad de agua se aplique las plantas tienden a menorar su volumen foliar

11.6. Peso de planta

El análisis de varianza para el peso a los 70 días, evidencio diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$) entre los diferentes tratamientos aplicados en el estudio, dando como evidencia la influencia de agua en el desarrollo de raíz del cultivo, con un coeficiente de variación menor al 10% adecuado para este tipo de investigación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	2	0,01	161,00	<0.0001
tratamientos	0,02	2	0,01	161,00	<0.0001
Error	4,1E-3	57	7,1E-5		
Total	0,03	59			

El análisis de medias mediante por Tukey al 5% determino tres grupos para el peso de la remolacha, el tratamiento 1 al 100% de la ETc alcanzo el mayor peso (0.190 kg), en el segundo grupo que corresponde al tratamiento 2 con una deficiencia del 20% de su requerimiento hídrico, su peso se vio afectado (0.160 kg), de la misma manera el tratamiento 3 (60%ETc) formo otro grupo con influencia en su peso (0.150kg). Es decir, a medida que disminuyo el agua el peso de las plantas se ve afectada.

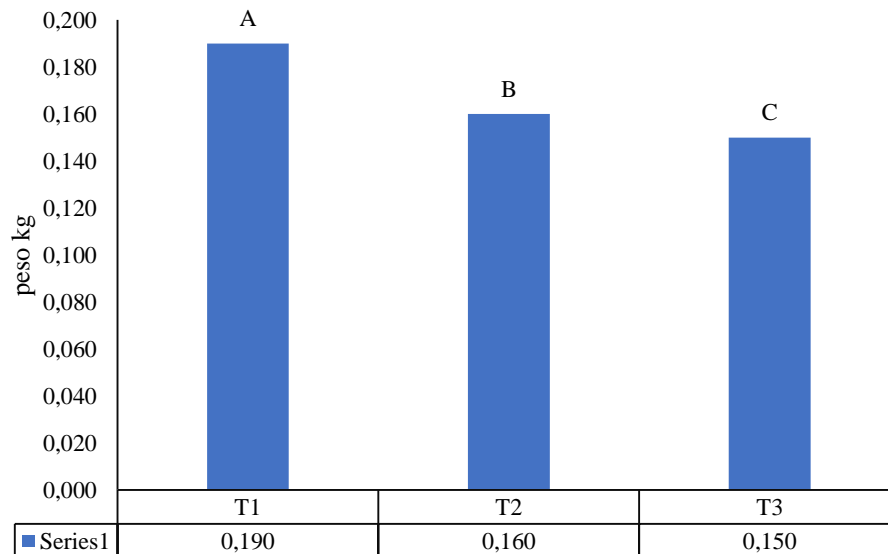


Figura 7 peso (kg) de raíz

Según Gómez (2018) los pesos de las remolachas del estudio entran entre los pesos adecuados para el comercio, aunque los pesos mas altos son de mayor demanda, mientras que los de menor peso tienden a ser menos comercializado y a menor precio.1

11.7. Grosor de planta

El análisis de varianza para el grosor de la raíz a los 70 evidencio diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$) entre los tres tratamientos, dando como evidencia la influencia de agua en el desarrollo del grosor de la raíz del cultivo, con un coeficiente de variación menor al 10% adecuado para este tipo de investigación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,73	2	11,86	314,84	<0.0001
tratamientos	23,73	2	11,86	314,84	<0.0001
Error	2,15	57	0,04		
Total	25,88	59			

El análisis de medias mediante tukey al 5% deermiono tres grupos para el grosor de la remolacha Tratamiento 1 al 100% ETc (6,79 cm), en el segundo grupo que corresponde al tratamiento 2 (5,68 cm), de igual manera con el tratamiento 3 (5,31 cm). La mayor aplicación de agua en la raíz incrementa su grosor.

Según Ortega (2018) Distancia entre plantas está en una escala de 8 a 25 cm, a mayor distancia de sembrado la planta tiende a crecer más en el diámetro de la raíz.

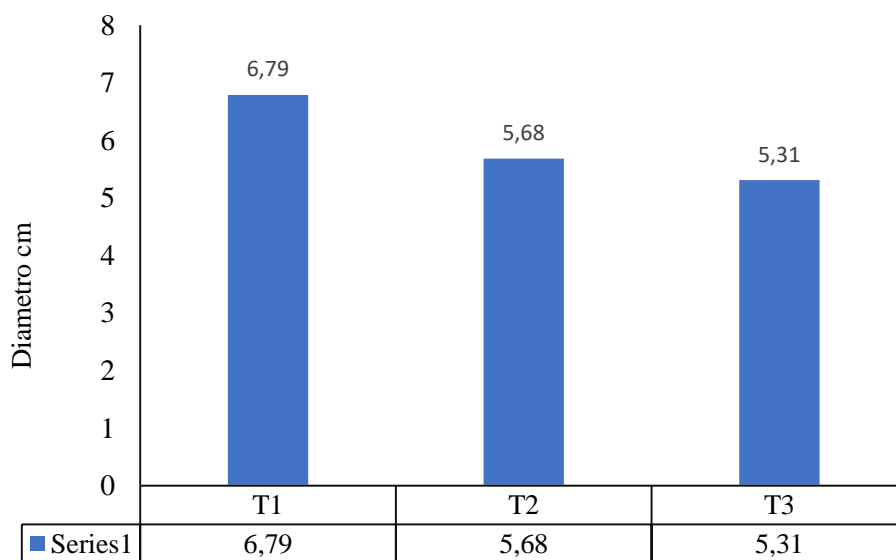


Figura 8 grosor de raíz cm

11.8. Volumen total

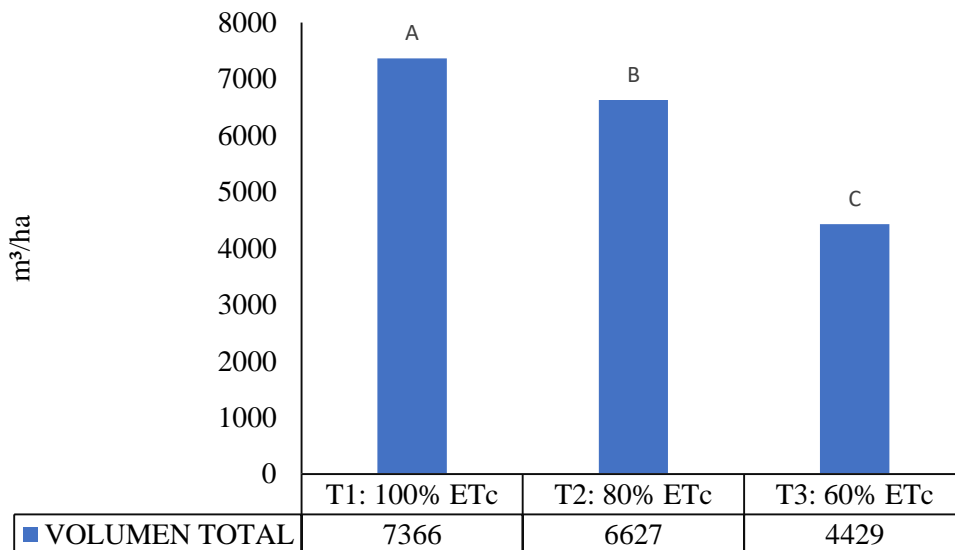
Pasado el ciclo de 70 días se contabiliza la cantidad de agua aplicada en el cultivo para determinar el valor total aplicado sumando el promedio de lluvia existente durante el ciclo del cultivo teniendo un volumen total para el tratamiento 1 de (7 366 m³/ha), para el tratamiento 2 con una diferencia de riego de 20% (6627 m³/ha), y el ultimo tratamiento con diferencia de 40% del primero con (4429 m³/ha), el promedio de lluvia tiene mayor intensidad en el mes de enero, mientras en los meses de noviembre y diciembre fue requerido un riego casi continuo, se sumó los valores aplicados y el promedio de lluvia de los 3 meses.

Tabla 9 volumen total

Tratamiento	VOLUMEN TOTAL	m³/ha
T1: 100% ETc		7366
T2: 80% ETc		6627
T3: 60% ETc		4429

Según (QUINTERO, 2015) La remolacha, por lo general, es una planta que necesita durante su cultivo del orden de 3.000 a 6.500 metros cúbicos de agua por hectárea, según la época de siembra. Los riegos, dependiendo de la lluvia caída y de la época de cultivo, deberán darse cada 10 ó 12 días.

Según (Redagricola, 2014). La demanda hídrica total de la remolacha en el periodo de riego es de 7000 m³/ha. En años normales se aportan 5500 a 6000 m³/ha vía riego aspersión y el resto viene del aporte de precipitaciones.



12. Conclusiones



- El tratamiento uno demostró grandes respuestas que lo diferencian de los otros dos tratamientos teniendo mejores resultados en altura, número de hojas, tamaño y grosor de la raíz, el T1 tuvo la mayor aplicación de agua por consiguiente su separación de los demás tratamientos.
- El T1 con un 100% de ETc dio como resultado el mejor en la prueba de medias con un peso de 0,190 kg, siendo mayor peso que los demás, mientras que el T2 y T3 tuvieron pesos casi semejantes, pero dentro de un rango aceptable para el consumidor.
- El total de agua utilizada se obtuvo al sumar los volúmenes de agua de los tres tratamientos respectivos sin contar la cantidad de agua promedio de precipitación, el total usado es de 18349,5 m³/ha en un ciclo de 70 días.


13. Recomendaciones

- En base a los datos obtenidos se puede hacer una disminución hasta de 20% en la cantidad de agua aplicada en el cultivo para obtener una producción aceptable y de buena calidad.
- Las tomas de datos de producción son casi iguales para el T2 y T3 por causa de afecciones climáticas, es más factible llevar a cabo los tipos de riego por goteo dentro de invernaderos para que no exista excesos de agua en el suelo.

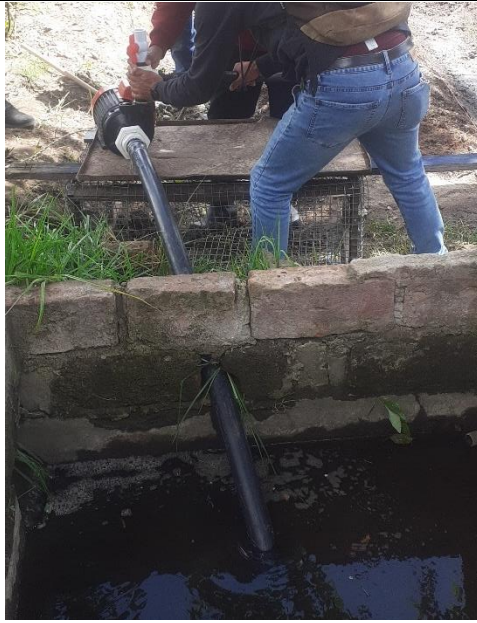
- Evitar la excesivita de agua en el suelo ya que además de desperdiciarse estos pueden ser atrayentes de plagas y enfermedades que afectaran al cultivo, de igual manera la reducción de agua provoca maduraciones tempranas y producciones bajas y poco aceptables para la comercialización.

14. Anexos

Actividad realizada	Imagen
Levantamiento de cama de 1 x 5 m	
Instalación de sistema de riego	



<p>Compra de plantulas</p>	
<p>Trasplante de plantulas</p>	

**Uso de bomba
para sistema
de riego**



Tipo de bomba



Etapa inicial	 A close-up photograph of a young beet plant with reddish-purple leaves growing in a garden bed. A black plastic drip irrigation pipe runs horizontally across the frame, positioned just below the plant. The soil is dark and appears to be recently tilled. In the background, other similar plants and more irrigation pipes are visible, extending into the distance.
Etapa media	 A photograph showing a row of growing beet plants in a garden bed. The plants have larger, more developed green and reddish leaves. A black plastic drip irrigation pipe runs along the length of the row, positioned between the plants. The garden bed is bordered by a wooden plank on the right side. In the background, there are trees and a grassy area, suggesting an outdoor garden setting.

Etapa final



**Toma de datos
estación
meteorológica**



**Tanque
evaporimetro**



Pluviómetro**Semi aporque**

Altura de planta	
	 

**Número de
hojas**



Peso de hojas



Grosor de raíz



Bibliografía

- Alarcón, J. (2006). Estrategias de riego en agricultura. *AgroEs*.
- Allen, P. R. (2006). *evapotranspiracion del cultivo de referencia*.
- Allen, R. G. (2006). Serie de riego y drenajes. *intagri*.
- Anonimo. (s.f.). El Riego por Goteo Revoluciona la Agricultura. *NETAFIM*.
- Baralt, D. (2017). *Lamina neta* . Obtenido de https://www.inapide.ac.cr/pluginfile.php/28925/mod_label/intro/08-03-2021%20Virtual%20Requerimientos%20de%20Riego%20%28v_asec%29%20%281%29.pdf
- Bejarano. (1989). *Como tomar muestras de suelos para su análisis químico*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2554>
- Bosque, D. J. (2020). DBCA. 5.
- CARRANZA, A. P. (2019). ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SERVICIOS. *Alcalá de Henares*, 9.
- Carrión, R. (2015). Riego por goteo. *PROSAP; INTA*, 5.

- Castillo Arnedo . (12 de diciembre de 2018). Obtenido de Castillo Arnedo :
<https://www.castilloarnedo.com/blog/general/tipos-de-riego-por-goteo>
- CAYO, M. E. (2015). RESPUESTA DE LECHUGA (Lactuca sativa L. var. crispa) Y REMOLACHA. *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR*, 14.
- cenicaña. (6 de Abril de 2015). Riego para surcos. *cenicaña*, págs.
<https://www.cenicana.org/riego-por-surcos/#:~:text=El%20riego%20por%20surcos%20es,se%20presenta%20generalmente%20en%20la>.
- Cirilo. (2021). *Evapotranspiración de referencia ETo*.
- Demin, P. E. (2014). Aportes para el mejoramiento. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria07*.
- FAO. (2011). *FAO*.
- Fernandes, A. Z. (2018). *Qué es la precipitación*. Obtenido de
<https://www.significados.com/precipitacion/>
- Gómez, M. N. (2018). Caracterización fisicoquímica y contenido. *Revista Ion*, 44.
- GPS. (2020). *CORDENADAS* . Obtenido de http://www.mapnall.com/es/Mapa-Latacunga_1145535.html
- Hernández, I. J. (2019). Diseño de experimentos y su aplicación en la industria. *UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO* .
- iagua. (s.f.). *Riego por nebulización*. Obtenido de iagua:
<https://www.iagua.es/noticias/iriego/16/02/29/riego-nebulizacion#:~:text=Es%20un%20sistema%20de%20riego,el%20interior%20de%20los%20invernaderos>.
- Internacionales, V. (2019). RIEGO POR EXUDACIÓN: ¿EN QUÉ CONSISTE? *BLOG VISA*.
- 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>.
- MAGAP. (2012).
- Mendez. (2007). *Frecuencia de riegos* . Obtenido de
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000200003
- Meteogalicia*. (s.f.). Obtenido de *Meteogalicia*:
https://www.meteogalicia.gal/web/informacion/glosario/est27.action?request_locale=es
- Michel, Á. E. (19 de Mayo de 2022). *AGRO EXCELENCIA*. Obtenido de
[https://agroexcelencia.com/tips-para-el-calculo-de-lamina-de-riego-en-aguacate/#:~:text=La%20l%C3%A1mina%20de%20riego%20es,coeficiente%20de%20cultivo%20\(Kc\)](https://agroexcelencia.com/tips-para-el-calculo-de-lamina-de-riego-en-aguacate/#:~:text=La%20l%C3%A1mina%20de%20riego%20es,coeficiente%20de%20cultivo%20(Kc)).

- Moral, I. (2012). Comparación de medias.
- Morales, J. P. (2019). Cultivo de remolacha .
- Moreno, E. (2022).
- MORILLO-VELARDE, R. (2001). Tecnicas de riego en la remolacha azucarera. *AIMCRA*, 34.
- Murcia digital* . (2021).
- Nieto, C. (1 de Mayo de 2018). Estudio del aprovechamiento de agua de riego disponible por unidad de producción agropecuaria, con base en el requerimiento hídrico de cultivos y el área regada, en dos localidades de la Sierra ecuatoriana. *in Siembra*, pág. <https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1427>.
- Olalla. (2005). *RIEGO DEFICITARIO DE ALTA FRECUENCIA* .
- Orberá, T. (2018). Efecto estimulador del crecimiento de dos biopreparados biotecnológicos en cultivos de remolacha (*Beta Vulgaris L.*). *scielo*, 5.
- 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>
- Perreira. (2006). *Evapotranspiración del cultivo* .
- Petillo, G. (2015). *EVAPOTRANSPIRACIÓN*.
- Planas, L. (2022). *Ministerio de agricultura, pesca y alimentación* . Obtenido de <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion.aspx>
- Quimisor* . (s.f.). Obtenido de *Quimisor* : <http://www.quimisor.com/es/sensores/evaporacion/tanque-evaporimetro.html>
- Quimisor. (2020). Tanque Evaporimetro.
- QUINTERO, J. J. (2015). *CULTIVO EXTENSIVO DE LA REMOLACHA DE MESA*. Madrid: Corazón de María 8 . Obtenido de HOJAS DIVULGADORAS: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_18.pdf
- Redagricola. (01 de 2014). *redagricola*. Obtenido de <https://www.redagricola.com/cl/riego-nutricion-automatizacion-la-remolacha-hacia-maximo-potencial/>
- Richard Alberto Rodríguez. (2014). Efecto del riego deficitario y diferentes frecuencias en la producción del cultivo de pimentón. *Interciencia*, 591.
- Rudolf. (2010). Remolacha azucarera. *Traxco*.
- Science, A. n. (2019). EL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA. *InfoAgro*, 1.
- Sellés, F. . (1997). *Escasez de agua en la agricultura* .

- SIAR. (2020). *Sistema de información agroclimática para el riego*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/Evapotranspiraci%C3%B3n_tcm30-82951.pdf
- Soria, T. (2015). *BAJO RIEGO*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v2n1/v2n1_a05.pdf
- Tellez-Soria, T. &.-R. (Diciembre de 2018). *fecto estimulador del crecimiento de dos biopreparados biotecnológicos en cultivos de remolacha (Beta vulgaris L.)*. Obtenido de Revista Cubana de Química: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212018000300008&script=sci_arttext&tlng=pt
- TRAXCO. (2010). Remolacha azucarera . *TRAXCO* .
- Víctor Villalobos Arámbula, M. G. (2017). El agua para la agricultura de las Américas. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*, 9.
- Zita, F. A. (Mayo de 2022). *Que es la evaporacion*. Obtenido de <https://www.significados.com/evaporacion/>