



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“RESPUESTA DEL CULTIVO DE ALELÍ (*Matthiola incana*) A LA APLICACIÓN
DE TRES LÁMINAS DE RIEGO BAJO INVERNADERO EN EL CAMPUS
SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2023”**

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

Autores:

Taco Guamán Roberto Alexander
Titisunta Tenelema Jennifer Pamela

Tutor:

Ilbay Yupa Mercy Lucila

LATACUNGA - ECUADOR

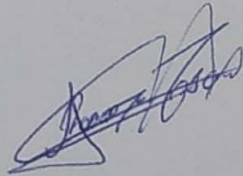
Agosto 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

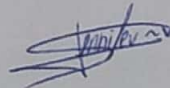
Jennifer Pamela Titisunta Tenelema, con cédula de ciudadanía No. 1727502658 y Roberto Alexander Taco Guamán, con cédula de ciudadanía No. 1718561101, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Respuesta del cultivo de alelí (*Matthiola incana*) a la aplicación de tres láminas de riego bajo invernadero en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2023”, siendo la Ingeniera. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D. Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

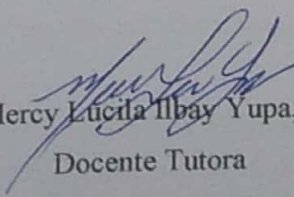
Latacunga, 14 de agosto del 2023



Roberto Alexander Taco Guamán
Estudiante
C.C. 1718561101



Jennifer Pamela Titisunta Tenelema
Estudiante
C.C. 1727502658



Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.
Docente Tutora
C.C. 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 **TACO GUAMÁN ROBERTO ALEXANDER**, identificado con cédula de ciudadanía 1718561101 de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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 alelí (*Matthiola incana*) a la aplicación de tres láminas de riego bajo invernadero en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 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: Octubre 2019 - Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de Mayo del 2023

Tutor: Ingeniera Ph.D. Mercy Lucila Ibay Yupa

Tema: “Respuesta del cultivo de alelí (*Matthiola incana*) a la aplicación de tres láminas de riego bajo invernadero en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 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:

1. 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.
2. La publicación del trabajo de grado.

3. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
4. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
5. 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.

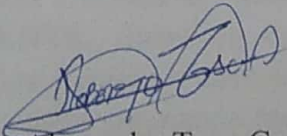
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

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 14 días del mes de agosto del 2023.


Roberto Alexander Taco Guamán

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TITISUNTA TENELEMA JENNIFER PAMELA**, identificado con cédula de ciudadanía 1727502658 de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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 alelí (*Matthiola incana*) a la aplicación de tres láminas de riego bajo invernadero en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 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: Octubre 2019 - Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de Mayo del 2023

Tutor: Ingeniera Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa

Tema: “Respuesta del cultivo de alelí (*Matthiola incana*) a la aplicación de tres láminas de riego bajo invernadero en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 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:

6. 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.
7. La publicación del trabajo de grado.

8. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
9. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
10. 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.

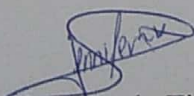
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

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 14 días del mes de agosto del 2023.



Jennifer Pamela Titisunta Tenelema

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema

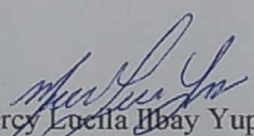
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE ALELÍ (*Matthiola incana*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO BAJO INVERNADERO EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2023”, de Taco Guamán Roberto Alexander y Titisunta Tenelema Jennifer Pamela 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 han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de agosto del 2023


Ing. Mercy Lucilla Ibbay Yupa, Ph.D.

DOCENTE TUTORA

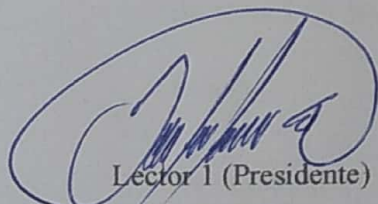
CC: 0604147900

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, los postulantes: Taço Guamán Roberto Alexander y Titisunta Tenelema Jennifer Pamela, con el título del Proyecto de Investigación: "RESPUESTA DEL CULTIVO DE ALELÍ (*Matthiola incana*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO BAJO INVERNADERO EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 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 autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

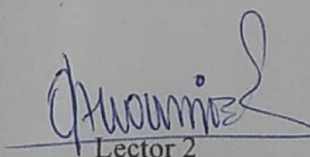
Latacunga, 14 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)

Ing. Jorge Fabian Troya Sarzosa, Ph.D.

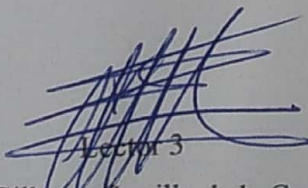
CC: 0501645568



Lector 2

Ing. Paolo Chasi Vizuete, Mg.

CC: 0502409725



Lector 3

Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, Mg.

CC: 0501715494

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

TÍTULO: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE ALELÌ (*Matthiola incana*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO BAJO INVERNADERO EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2023”

AUTORES: Taco Guamán Roberto Alexander
Titisunta Tenelema Jennifer Pamela

RESUMEN

Debido a la actual y creciente actividad florícola en la provincia de Cotopaxi, la carencia de tecnologías y la poca disponibilidad del agua en algunas zonas, es indispensable evaluar la respuesta de cuatro variedades de alelí (*Matthiola incana*) a la aplicación de tres láminas de riego en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, bajo condiciones de invernadero utilizando una metodología experimental, el comportamiento agronómico del alelí se lo realizó bajo tres láminas de riego, al 100% de evapotranspiración del cultivo (ETc) o testigo y dos laminas deficitarias al 90% y 80% de la evapotranspiración del cultivo (ETc), con un sistema de riego localizado de alta frecuencia (cinta de goteo), en las variedades fucsia, blanco, amarillo y aprico. El diseño experimental fue bloques completamente al azar (DBCA), con 12 tratamientos y tres repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales. Los resultados permitieron identificar que las cuatro variables evaluadas no evidenciaron una gran diferencia significativa entre los doce tratamientos; es decir, en este caso las variedades de alelí utilizadas no se ven influenciadas por las láminas de riego. En cuanto al rendimiento total tampoco existe significancia ($p < 0,05$) entre los tratamientos por lo que las láminas de riego no influyeron en el desarrollo, crecimiento, floración y productividad del cultivo. Podemos concluir que las láminas de riego aplicadas en esta investigación no reflejaron mayor variabilidad en el comportamiento agronómico del cultivo.

Palabras claves: Alelí, riego deficitario, láminas de riego, ETc.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

TÍTULO: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE ALELÍ (*Matthiola incana*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO BAJO INVERNADERO EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2023”

AUTORES: Taco Guamán Roberto Alexander

Titisunta Tenelema Jennifer Pamela

ABSTRACT

Due to the current and growing floriculture activity in the province of Cotopaxi, the lack of technologies and the low availability of water in some areas, it is essential to evaluate the response of four varieties of wallflower (*Matthiola incana*) to the application of three irrigation sheets. At the Salache campus of the Technical University of Cotopaxi, under greenhouse conditions using an experimental methodology, the agronomic behavior of the wallflower was carried out under three irrigation sheets, at 100% crop evapotranspiration (ET_c) or control and two deficit sheets at 90% and 80% of the crop evapotranspiration (ET_c), with a localized high-frequency irrigation system (drip tape), in the fuchsia, white, yellow and aprico varieties. The experimental design was completely randomized blocks (DBCA), with 12 treatments and three repetitions, with a total of 36 experimental units. The results allowed us to identify that the four variables evaluated did not show a great significant difference between the twelve treatments; that is to say, in this case the varieties of wallflower used are not influenced by the irrigation sheets. Regarding the total yield, there was no significant existence ($p < 0.05$) between the treatments, so the irrigation sheets did not influence the development, growth, flowering and productivity of the crop. We can conclude that the irrigation sheets applied in this investigation did not reflect major concern in the agronomic behavior of the crop.

Keywords: Alelí, deficit irrigation, irrigation layers, ET_c.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xx
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	5
4.1. Beneficiarios directos.....	5
4.2. Beneficiarios indirectos.....	5
5. PROBLEMÁTICA.....	5
6. OBJETIVOS	7
6.1. Objetivo general:	7
6.2. Objetivos específicos:.....	7
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8. HIPÓTESIS.....	8
8.1. Hipótesis nula (Ho)	8
8.2. Hipótesis alternante (Ha).....	9
9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	10
9.1. Generalidades del cultivo de alelí (<i>Matthiola incana</i>).....	10
9.1.1. Origen.....	10
9.1.2. Descripción taxonómica.....	10

9.1.3.	Descripción botánica.....	11
9.1.1.	Raíz	11
9.1.2.	Tallo	11
9.1.3.	Hojas	11
9.1.4.	Flores.....	12
9.1.5.	Variedad	12
9.2.	Exigencias del cultivo	12
9.2.1.	Clima.....	13
9.2.2.	Luz.....	13
9.2.3.	Suelo.....	13
9.2.4.	pH.....	14
9.2.5.	Riego	14
9.2.6.	Deshierbe.....	14
9.2.7.	Fertilización.....	15
9.2.7.1.	Fertilización de fondo.....	15
9.2.7.2.	Fertilización de cobertura	15
9.2.8.	Plagas del cultivo	15
9.2.9.	Enfermedades	16
9.2.10.	Control fitosanitario	16
9.2.10.1.	Insecticidas.....	16
9.2.11.	Requerimiento hídrico	17
9.3.	Desarrollo y crecimiento del cultivo	17
9.3.1.	Preparación del suelo	17
9.3.2.	Trasplante	17
9.3.3.	Distancia de siembra	18
9.3.4.	Aclareo	18
9.3.5.	Tutorado	18
9.3.6.	Riego	19
9.3.7.	Estado vegetativo	19
9.3.8.	Estado de floración y maduración.....	19
9.3.9.	Cosecha	19
9.3.9.1.	Punto de corte	20
9.4.	Tipo de riego	20
9.4.1.	Riego por goteo	20

9.4.2.	Riego en el cultivo de alelí.....	21
9.4.3.	Estimación del ahorro en el uso del agua.....	21
9.4.4.	Eficiencia del uso del agua (EUA).....	21
9.5.	Bases Científicas Y Teóricas De La Temática	22
9.5.1.	Evapotranspiración.....	22
9.5.2.	Proceso de evapotranspiración.....	23
9.5.2.1.	Evaporación	23
9.5.2.2.	Transpiración.....	23
9.5.3.	Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo)	23
9.5.4.	Evapotranspiración del cultivo (ETc)	24
10.	METODOLOGÍA	24
10.1.	Localización y ubicación geográfica	24
10.2.	Parámetros climáticos	25
10.3.	Materiales.....	25
10.3.1.	Materiales de campo.....	25
10.4.	Modalidad y tipo de investigación	25
10.5.	Métodos	26
10.5.1	Método deductivo.....	26
10.5.2.	Método inductivo	26
10.5.3.	Método experimental	26
10.5.4.	Método descriptivo.....	26
10.5.5.	Método analítico.....	27
10.5.6.	Método de la observación.....	27
11.	VARIABLES	27
11.1.	Variable dependiente:.....	27
11.2.	Variable independiente:.....	28
12.	ESTADÍSTICA	28
12.1.1.	Diseño Experimental	28
12.1.2.	Esquema del análisis de varianza	29
12.1.3.	Factor en Estudio	30
12.2.	Población y muestra.....	32
12.3.	Características del Suelo	32
12.4.	Condiciones Climáticas	32
12.5.	Componentes del sistema de riego.....	33

12.6.	Parámetros de riego	33
12.6.1.	Evapotranspiración de referencia (ET _o).....	33
12.6.2.	Evapotranspiración del cultivo o real (Etc)	34
12.7.	Coefficiente del cultivo (K _c).....	34
12.8.	Láminas de riego a aplicar	35
12.8.1.	Lámina neta	35
12.8.2.	Lámina Bruta	35
12.8.3.	Eficiencia del sistema de riego	36
12.8.4.	Relación transpiración (RT)	36
12.9.	Tiempo de riego	36
12.9.1.	Precipitación del emisor	36
12.9.2.	Porcentaje de área bajo riego.....	37
12.10.	Frecuencia de riego	37
12.11.	Volumen de agua	38
13.	MANEJO AGRONÓMICO DEL ENSAYO	38
13.1.	Labores pre – culturales	38
13.1.1.	Preparación del suelo.....	38
13.1.2.	Formación de platabandas	39
13.1.3.	Trazado del terreno	39
13.1.4.	Trasplante	39
13.1.5.	Riego	40
13.1.6.	Fertirriego	40
13.1.7.	Control de malezas	41
13.1.8.	Cosecha	41
13.2.	Variables A Evaluarse	41
13.2.1.	Porcentaje trasplante.....	41
13.2.2.	Número de hojas.....	41
13.2.3.	Altura de la hoja	42
13.2.4.	Días a la cosecha	42
13.2.5.	Rendimiento de 10 tallos	42
13.2.6.	Longitud de la inflorescencia	42
13.2.7.	Eficiencia el uso del agua	42
14.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
14.1.	Características del suelo.....	43

14.1.1.	Análisis de suelo.....	43
14.2.	Condiciones climáticas-Temperatura	43
14.3.	Parámetros de riego	44
14.3.1.	Evapotranspiración del cultivo (ETc).....	44
14.4.	Lámina de riego a aplicar.....	45
14.4.1.	Necesidades netas y brutas del cultivo	45
14.4.2.	Tiempo de riego.....	46
14.4.3.	Volumen de agua.....	47
14.5.	Variables Evaluadas.....	48
14.5.1.	Porcentaje de prendimiento a los 15 días	48
14.5.2.	Número de hojas.....	49
14.5.3.	Altura de la planta	52
14.5.4.	Diámetro del tallo	56
14.5.5.	Días a la cosecha	59
14.5.6.	Longitud de la inflorescencia	2
14.5.7.	Eficiencia del uso del agua	63
15.	CONCLUSIONES	64
16.	RECOMENDACIONES	65
17.	BIBLIOGRAFÍA	66
18.	ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos	7
Tabla 2	Esquema del análisis de varianza.....	29
Tabla 3	Factores de estudio.....	30
Tabla 4	Factores de estudio.....	31
Tabla 5	Fertilizantes usados para el cultivo de alelí	40
Tabla 6	Análisis de la varianza para el porcentaje de prendimiento a los 15 días.	48
Tabla 7	Análisis de varianza para el número de hojas a los 15 días	49
Tabla 8	Análisis de varianza para el número de hojas a los 30 días	49
Tabla 9	Análisis de varianza para el número de hojas a los 45 días	50
Tabla 10	Análisis de varianza para el número de hojas a los 60 días	50
Tabla 11	Análisis de varianza para el número de hojas a la cosecha.....	51

Tabla 12 Análisis de varianza para altura de la planta a los 15 días	52
Tabla 13 Análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días	53
Tabla 14 Análisis de varianza para altura de la planta a los 45 días	53
Tabla 15 Análisis de varianza para altura de la planta a los 60 días	54
Tabla 16 Análisis de varianza para altura de la planta a la cosecha.	54
Tabla 17 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 15 días	56
Tabla 18 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 30 días	57
Tabla 19 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 45 días	57
Tabla 20 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 60 días	57
Tabla 21 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 60 días	58
Tabla 22 Análisis de varianza para longitud de la inflorescencia	2
Tabla 23 Eficiencia del uso del agua.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1 Ecuación para la prueba de hipótesis nula	8
Gráfica 2 Ecuación para la prueba de hipótesis alternante	9
Gráfica 3 Ubicación Geográfica.....	24
Gráfica 4 Diseño experimental.....	28
Gráfica 5 Temperatura bajo el invernadero marzo-agosto 2023.....	43
Gráfica 6 Evapotranspiración del cultivo (ETc)	45
Gráfica 7 Necesidades brutas del cultivo	46
Gráfica 8 Tiempo de riego	46
Gráfica 9 Volumen de riego.....	47

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE ALELÌ (*Matthiola incana*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO BAJO INVERNADERO EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2023”

Fecha de inicio:

Abril del 2023

Fecha de finalización: Agosto del 2023

Lugar de ejecución: Parroquia Pujilí-Cantón Latacunga-Provincia Cotopaxi.

Unidad Académica que auspicia Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Agronomía

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

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

Autores: Taco Guamán Roberto Alexander
Titisunta Tenelema Jennifer Pamela

Lector A: Ing. Jorge Fabián Troya, Ph.D.

Lector B: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete Mg.

Lector C: Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra Mg.

Teléfono: 0988346913 - 0986548888

Correos electrónicos: roberto.taco1101@utc.edu.ec

jennifer.titisunta2658@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura- Agricultura, silvicultura y pesca- Agronomía

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

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

Sub línea de investigación de la Carrera:

Agua y suelos

Línea de vinculación:

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

Proyecto de vinculación:

Cambio climático

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se realizó en el invernadero del Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicado en el Cantón Latacunga, con el propósito de evaluar las frecuencias de riego deficitario al 100%, 90% y 80% de evapotranspiración del cultivo (ETc), bajo riego localizado de alta frecuencia en el cultivo de aléí en los colores Fucsia, Blanco, Amarillo y Áprico.

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

La aplicación del abonado base al suelo se la hizo mediante la incorporación de ecobonaza antes de las labores de siembra del cultivo con la finalidad de mejorar la estructura y textura de suelo, para la fertilización se implementó Nitrato de calcio durante 8 semanas hasta finalizar su periodo vegetativo con el propósito de mejorar el desarrollo de la planta.

Con la implementación de tres frecuencias de riego (100%, 90%, 80%) y tres repeticiones, nos permitió evaluar el comportamiento que causa cada uno de ellos en nuestro cultivo, de esa manera podremos determinar la dosis y frecuencia correcta de aplicación que mejor resultados nos brinde, según los datos que se tomaron se podrá determinar cuál es el mejor tratamiento.

Para el análisis estadístico se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 12 tratamientos con tres repeticiones.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

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

La actividad de floricultura es el cuarto sector de exportación más importante en Ecuador, por lo que la facturación es de casi \$ 1,000 millones por año (MAG, 2022).

El país es considerado un gran exportador porque depende de la exportación de productos que son considerados materias primas para los mercados internacionales, y uno de los productos más representativos son las flores, que es el cuarto más representativo de las exportaciones de productos no petroleros del Ecuador (MAG, 2022).

En 2021 se registraron 278 empresas dedicadas a la floricultura, de las cuales el 70% se ubican en la provincia de Pichincha. Alelí representa el 5% de la producción de flores del país. La producción en 2020 es un 28% inferior a la de 2019. Pero se recuperará en 2021 con un crecimiento del 16% respecto a 2020. Sin embargo, el área de cultivo de flores ha disminuido en el país y ha aumentado la productividad de las fincas cultivadas por hectárea (CFN, 2022).

Si queremos que la floricultura continúe brindando beneficios sociales, ambientales y económicos, la disponibilidad adecuada de agua es esencial para administrar el agua requerida por los cultivos; Mantener y aumentar la productividad agrícola requiere un cambio en la forma en que concebimos el agua en la agricultura.

Por lo tanto, es importante evaluar la respuesta de los cultivos de flores de verano utilizando diferentes láminas de riego para comprender el impacto en la producción y reducir los costos para la economía familiar de los agricultores, y estos resultados nos permitirán desarrollar recomendaciones locales para el manejo eficiente del agua, apoyado por motivos técnicos.

La sostenibilidad de la producción de alimentos depende del agua, ya que los cultivos de regadío producen en promedio de 2 a 3 veces más que los cultivos de secano. Suponiendo que la agricultura andina continúe brindando beneficios sociales, ecológicos y económicos, la disponibilidad adecuada de agua es esencial; es importante tener un impacto significativo en cómo se piensa sobre el agua en la agricultura y centrarse en aumentar la eficiencia de la agricultura y el uso del agua.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

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

4.2. Beneficiarios indirectos

- Personas de los sectores agrícolas.

5. PROBLEMÁTICA

La contaminación de las aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los problemas más importantes en casi todos los países desarrollados y, cada vez más, en muchos países en desarrollo.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser

absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua.

Insecticidas, herbicidas y fungicidas también se aplican intensamente en muchos países, tanto desarrollados como en desarrollo, lo que provoca la contaminación del agua dulce con compuestos carcinógenos y otros venenos que afectan al ser humano y a muchas formas de vida silvestre.

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

La producción de Alelí en Cotopaxi, se destaca como una actividad agrícola floreciente, gracias a las condiciones climáticas favorables y al suelo fértil, sin embargo, la falta de tecnologías y prácticas eficientes de riego son una problemática que requiere atención urgente

El mal uso del agua en el cultivo de Alelí es una problemática preocupante. A pesar de ser un recurso esencial para la agricultura, se observa un uso ineficiente y poco sostenible del agua.

Muchos agricultores en Alelí utilizan técnicas de riego inadecuadas como riego por goteo por tiempos prolongados, que resultan en una pérdida significativa de agua por evaporación y escorrentía. Estos métodos no solo desperdician grandes cantidades de agua, sino que también pueden afectar negativamente la calidad del suelo y contribuir a la erosión.

La falta de infraestructura adecuada impide que los agricultores optimicen el uso del agua y obtengan rendimientos óptimos en sus cultivos, por ejemplo, el riego por microaspersión, que permiten una distribución más precisa y controlada del agua.

6. OBJETIVOS

6.1.Objetivo general:

- Evaluar la respuesta del cultivo de alelí (*Matthiola incana*) a la aplicación de tres láminas de riego en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi para desarrollar una propuesta de manejo eficiente del agua.

6.2.Objetivos específicos:

- Determinar el comportamiento agronómico del alelí por efecto de las láminas de riego aplicadas.
- Determinar qué tratamiento ofrece los mejores resultados de productividad.

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

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

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN

<p>Determinar el comportamiento agronómico del cultivo por efecto de las láminas de riego aplicadas.</p>	<p>el Distribución de las repeticiones en los diferentes tratamientos</p> <p>Evalúo de los diferentes tratamientos de la plantación de alelí.</p>	<p>Conocer el efecto de las láminas de riego aplicadas</p>	<p>Libreta de campo</p> <p>Fotografías</p> <p>Matrices</p>
<p>Determinar qué tratamiento ofrece los mejores resultados de productividad.</p>	<p>qué Elaboración del diseño experimental en el campo en base a las variables independientes.</p>	<p>Constatar los resultados obtenidos de productividad en cada uno de los tratamientos.</p>	<p>Libreta de campo</p> <p>Fotografías</p> <p>Matrices</p>

Elaborado por: Taco & Titisunta. (2023)

8. HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis nula (H₀)

La respuesta del cultivo de alelí (*Matthiola incana*) es la misma para las tres láminas de riego en el invernadero, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Gráfica 1 Ecuación para la prueba de hipótesis nula

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA TRATAMIENTOS Y BLOQUES

<p>Tratamientos</p> $H_0: \sum_{i=1}^t t_i = 0 \quad H_0: \sigma_t^2 = 0$	<p>Bloques</p> $H_0: \sum_{j=1}^r \beta_j = 0 \quad H_0: \sigma_\beta^2 = 0$
---	--

Elaborado por: (López-López et al., 2009)

8.2. Hipótesis alternante (Ha)

Las respuestas del cultivo de alelí (*Matthiola incana*) en cuatro variedades (blanco, fucsia, amarillo, áprico) es mejor con la lámina al 80% de evapotranspiración del cultivo en el invernadero, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache, 2023.

La respuesta del cultivo de alelí (*Matthiola incana*) es la misma en las tres láminas de riego en cuatro variedades (blanco, fucsia, amarillo, áprico) bajo invernadero, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi

Gráfica 2 Ecuación para la prueba de hipótesis alternante

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

Elaborado por: (López-López et al., 2009).

Aporte Teórico

La agricultura es el sector económico más preocupado por la escasez de agua. Hoy, la agricultura representa el 70 por ciento de la extracción de agua dulce y más del 90 por ciento del consumo. El consumo de alimentos está aumentando en casi todas las regiones del mundo como resultado del crecimiento de la población y las presiones del cambio en la dieta. Se estima que para 2050 se necesitará un aumento anual de mil millones de toneladas de cereales y 200 millones de toneladas de carne para satisfacer la creciente demanda de alimentos (FAO, 2013).

9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

9.1. Generalidades del cultivo de alelí (*Matthiola incana*)

9.1.1. Origen

Los alhelfes son una especie conocida en casi todo el mundo. Se ha utilizado para producir flores cortadas durante más de 100 años. (Verdeguer et al., 1999)

Metju V.T. Parientes Ayton tiene de 50 a 60 especies nativas del Mediterráneo, Asia Central y Sudáfrica (Dimitri, 1972).

Es originaria del sur de Europa y se ha naturalizado en Europa occidental y la región del Mediterráneo, Australia, Chile, América del Norte y Pakistán (Matthei et al., 1993).

9.1.2. Descripción taxonómica

Según (darwinfoundation.org, s. f.) la clasificación taxonómica del alelí es la siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Brassicales

Familia: Brassicaceae

Género: *Matthiola*

Especie: *M. incana* (L.) R.Br.

9.1.3. Descripción botánica

Matthiola incana es una planta herbácea rústica perteneciente a la familia Brassicaceae y ampliamente cultivada como ornamental en todo el mundo. Es una especie originaria del Viejo Mundo, aunque se cultiva en todo el mundo. Actualmente, sus inflorescencias se utilizan para decorar jarrones (flores cortadas). Además, esta variedad es muy popular en el mundo de las flores, ya que actualmente existen una gran cantidad de variedades que pueden presentar flores de diferentes colores y múltiples pétalos (KarelNT, 2018).

9.1.1. Raíz

Pivotante, lo que le convierte en una planta sensible a los repicados y trasplantes (Verdeguer et al., 1999).

9.1.2. Tallo

Erectos de hasta 70 cm de altura, tardíamente glabros (Jocou et al., 2019).

9.1.3. Hojas

Entero, lanceolado, ángulo obtuso, ancho 5-8 cm, largo 20-30 cm. Su color es verde o gris verdoso. Las hojas tienen pecíolos cortos dispuestos alternativamente en el tallo (Verdeguer et al., 1999).

Las hojas son enteras, lanceoladas, obtusas, su anchura varía entre 5 y 8 cm, su longitud entre 20 y 30 cm. Son de color verde-grisáceo (Verdugo R. et al., 2007).

9.1.4. Flores

Axilares, recogidas en inflorescencias piramidales o en punta de vela. Las flores ligeramente perfumadas pueden ser simples o pesadas. Las flores simples o simples tienen cuatro sépalos con base cóncava y cuatro pétalos en forma de garra dispuestos en cruz. Las flores dobles ocurren cuando los estambres de una flor se convierten en elementos similares a pétalos, por lo que parecen tener múltiples pétalos. Los colores más comunes son el blanco, amarillo (crema), rojo, rosa y morado (Verdeguer et al., 1999).

9.1.5. Variedad

Los alhelíes que producen flores para flores cortadas tienen flores dobles, pero ninguna semilla es completamente segura para suministrar alhelíes con este tipo de flor. Cuando sembramos alhelíes, obtenemos un grupo de plantas, y cuando florecen, algunas producen tallos con flores dobles, mientras que otras producen tallos con flores simples. Las flores individuales florecen antes que las flores pesadas. La proporción de plantas de doble flor en la variedad actual oscila entre el 50-60% de la cantidad total (Verdeguer et al., 1999).

9.2.Exigencias del cultivo

Los alhelíes prefieren un clima más fresco cuando crecen. En invierno, es muy importante garantizar una buena circulación de aire entre las plantas y una corriente de aire lo más libre posible (Verdeguer et al., 1999).

En tiempo cálido la ventilación debe ser continua, y las temperaturas deben mantenerse tan bajas como sea posible (Verdeguer et al., 1999).

9.2.1. Clima

El rango de temperatura óptima para un crecimiento saludable va desde 5°C a 23°C, siendo el ciclo de cultivo más largo cuando las temperaturas son bajas y más corto cuando son altas (Verdeguer et al., 1999).

Los alhelíes son menos resistentes a las altas temperaturas que a las bajas temperaturas. En consecuencia, por encima de los 25°C las plantas crecen lentamente y los tallos florales son de mala calidad (botones cortos y escasos). Cuando la temperatura es inferior a -3°C, la calidad es muy baja y los cogollos pueden quedarse sin brotar (Verdeguer et al., 1999).

Tolera temperaturas de 8°C hasta 30 °C el rango óptimo es de 12 °C a 24 °C. No florea con calores excesivos, le gusta el frío, pero no heladas (Verdeguer et al., 1999).

A los alhelíes les encantan las temperaturas frescas y, una vez trasplantadas, se desarrollan mejor a 21 °C durante el día y 15 °C por la noche. Estas temperaturas deben ser controladas en el invernadero para un crecimiento óptimo y completo (Verdeguer et al., 1999).

9.2.2. Luz

El alhelí es una planta de día largo. La formación de los botones requiere que las plantas tengan unas 14-16 horas de duración del día (Verdeguer et al., 1999).

9.2.3. Suelo

Los alhelíes pueden crecer con éxito en una variedad de suelos siempre que sean lo suficientemente permeables. Le gusta un suelo ligeramente pesado, arcilloso,

bien drenado y que proporcione calcio. Es una buena práctica incorporar estiércol bien descompuesto en el suelo (Verdeguer et al., 1999).

9.2.4. pH

El pH óptimo para el mejor desarrollo del cultivo, debe estar entre 6.5 y 7.5 (Verdeguer et al., 1999).

9.2.5. Riego

Los alhelíes pueden crecer con éxito en una variedad de suelos siempre que sean lo suficientemente permeables. Le gusta un suelo arcilloso un poco más pesado, que drene bien y que les proporcione calcio. Es una buena práctica incorporar estiércol bien descompuesto en el suelo (Verdeguer et al., 1999).

Durante las primeras etapas del crecimiento de la planta, se debe mantener la humedad ya que las plantas crecen rápidamente hasta que se vean los botones florales. A partir de ahora, el riego debería disminuir (Verdeguer et al., 1999).

Es conveniente emplear sistemas de riego que permitan controlar el volumen de agua aportado al cultivo. Lo mejor sería emplear riego localizado, tuberías de plástico con goteros (Verdeguer et al., 1999).

9.2.6. Deshierbe

El deshierbe se efectuó la 4 semana después del trasplante, se realizó de manera manual (Verdeguer et al., 1999).

9.2.7. Fertilización

9.2.7.1. Fertilización de fondo

Se basará en los resultados del análisis químico del terreno, fijándose especialmente en los contenidos en calcio y potasio para realizar una fertilización (Verdeguer et al., 1999).

9.2.7.2. Fertilización de cobertura

Empezar 15 días después del trasplante incluyéndolo en el agua de riego.

Los alhelíes son plantas exigentes en potasio. La carencia de este elemento se manifiesta por quemaduras marrones en los bordes de las hojas más viejas.

También es una planta que consume mucho calcio, especialmente durante la fase de rápido crecimiento (Verdeguer et al., 1999).

Por dicho motivo es conveniente aportar unos 5 gr/m² de nitrato de calcio en algunas de las fertiirrigaciones especialmente en el caso de suelos ácidos y también en suelos alcalinos con exceso de caliza, pero con el calcio en forma no asimilable por la planta (Verdeguer et al., 1999).

9.2.8. Plagas del cultivo

Pulguilla de crucíferas (*Phyllotreta nigripes*): causa pequeñas lesiones en las hojas

Polilla (*Plutella xylostella*): causa lesiones en los brotes nuevos y hojas, se aloja en el ápice central de cada planta, envuelta en hilos sedosos.

9.2.9. Enfermedades

Moho gris (*Botritis cinérea*): pérdida de turgencia, el tejido se torna de un color grisáceo y su consistencia es blanda.

Fusarium y Verticillum): marchitamiento.

Mildiu (*Peronospora*): se manifiesta en el haz de las hojas más cercanas al suelo, coloración verde pálido de diferentes tamaños en el envés de las hojas.

Mal de esclerocio (*Sclerotinia*): produce amarillamiento, marchitez y muerte causadas por podredumbre blanda en la base del tallo y cuello de la planta.

Lancha Amarilla (*Alternaria raphani*): pequeñas manchas secas redondeadas en las hojas inferiores de color gris verdoso.

Cenicilla (*Oidium matthiolae*): manchas blanco-grisáceo.

9.2.10. Control fitosanitario

El control se llevó a cabo acorde se presentaron en el cultivo, se llevó un monitoreo constante.

9.2.10.1. Insecticidas

Para el control de Polilla (*Plutella xylostella*) y Pulguilla de crucíferas (*Phyllotreta nigripes*) se aplicó curacron en una dosis de 2,5 cc/20 lts. La primera dosis se aplicó al mes del trasplante en cuanto se notó la presencia de polilla, la segunda dosis fue una semana después de la primera aplicación debido a la latencia de la polilla.

9.2.11. Requerimiento hídrico

El requerimiento diario de agua para cultivos se refiere a la cantidad de agua que los agricultores necesitan para suministrar cultivos cada día para asegurar el pleno crecimiento y desarrollo de los cultivos para compensar las pérdidas de agua causadas por factores como la evaporación de los cultivos (Ríos, 2015).

9.3. Desarrollo y crecimiento del cultivo

9.3.1. Preparación del suelo

Se debe tener cuidado para obtener un suelo bien poroso y bien drenado. Lo primero que hay que hacer es analizar el suelo. Con base en los resultados del análisis, se realizarán los cambios necesarios (arena, fertilizantes cuidadosamente diseñados) y fertilizantes. Una vez incorporados estos elementos, se nivela el terreno. El suelo debe estar bien cultivado y libre de malas hierbas. Luego se desinfecta el suelo y finalmente se prepara el pavimento, antes de la siembra directa como ya se ha descrito o plantación, se instalan convenientemente las tuberías de riego, los soportes para la malla de pilotes y la primera espaldera servirán de guía. El soporte de cultivo está nivelado con el suelo o ligeramente más alto, generalmente hecho a 1 m. ancho. Corredor 0,50 m (Verdeguer et al., 1999).

9.3.2. Trasplante

Cuando las plantas en la bandeja tengan de 2 a 4 hojas verdaderas. Por lo general, esto sucede un mes después de la siembra. Es importante asegurarse de que haya suficiente humedad en el sustrato de la bandeja para permitir que las plántulas se eliminen con todo el pequeño cepellón y, por lo tanto, minimizar el daño a las raíces.

No podemos colocar plantas que no hayan alcanzado el estado correcto, ni mezclar plantas que por algún motivo difieran significativamente en el desarrollo vegetativo. Coloque la planta en el suelo y haga pequeños agujeros para colocar el cepellón. El cuello de la planta debe estar ligeramente por encima del nivel del suelo. La fijación de las plantas se puede lograr mediante un riego completo (Verdeguer et al., 1999).

9.3.3. *Distancia de siembra*

El tamaño de la planta es de 12,5 cm x 12,5 cm (banco de 64 plantas por metro cuadrado) o 15 cm x 15 cm (banco de 44,4 plantas por metro cuadrado). Si el marco se estrecha, las plantas se volverán irregulares y los tallos de las flores serán de mala calidad debido a la falta de luz y ventilación. Si se planta más ancho, las hojas de la planta serán más grandes, los botones florales saldrán más tarde, el tallo también puede ser demasiado grueso (Verdeguer et al., 1999).

9.3.4. *Aclareo*

Esta manipulación cultural consiste en arrancar o podar plantas pequeñas en "golpes" para que quede una planta en cada "golpe". Esto se puede hacer unas 3 semanas después de la siembra directamente o en bandejas. "Si la cosecha ya es grande, el aclareo se hace arrancando plantas que son simples y no comercializables (Verdeguer et al., 1999).

9.3.5. *Tutorado*

Los tutores se colocaron a las 5 semanas después del trasplante, porque las plantas deben tener un tamaño adecuado. Se utilizó un tipo especial de tutores específicos para este tipo de cultivos (Mendoza, 2010).

9.3.6. Riego

El riego es una práctica cultural que debe hacerse con cuidado, ya que el alhelí es una planta que no tolera el exceso de humedad. "Después de plantar, se da el primer riego completo. Durante los riegos posteriores, la humedad debe mantenerse en la capa superior del suelo (Verdeguer et al., 1999).

9.3.7. Estado vegetativo

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

9.3.8. Estado de floración y maduración

Las variedades y los cultivares pueden tardar de 10 a 35 días en florecer de principio a fin, con una floración más prolongada en diciembre y enero. Basado en ensayos varietales realizados entre 1991 y 1997 en la Estación Experimental Agrícola Carl Quexen (Valencia) (Verdeguer et al., 1999).

9.3.9. Cosecha

Los alhelíes se cosechan cuando los capullos de los 2/3 inferiores de la inflorescencia están abiertos. "Imprimir los tallos en el momento adecuado es muy importante para la longevidad de las flores. Son muy tiernas y se marchitan rápidamente. Si se cosecha muy madura, los cogollos inferiores mostrarán síntomas de marchitamiento, lo que reduce la calidad del tallo. De hecho, se recolecta cuando el tallo tiene siete u ocho yemas abiertas. La recolección se realiza cortando toda la

planta hasta el suelo, obteniendo así los tallos más largos posibles. La longitud de la barra debe ser de al menos unos 80 cm. Se clasifican por color, longitud y número de flores abiertas. Las barras dobles o torcidas deben desecharse. Las cuchillas no deben dañarse. Retire las hojas del tallo en el tercio inferior del tallo (Verdeguer et al., 1999).

9.3.9.1. Punto de corte

El punto de corte varía de un cultivar a otro, por ejemplo, algunos cultivares requieren que se separen todos los sépalos, mientras que otros requieren que se separen los pétalos más externos detrás de los sépalos. (Verdeguer et al., 1999)

Las flores se cortan principalmente para exportación cuando la longitud de la inflorescencia es de unos 15 cm, el grado de floración es del 50% y el tallo de la flor es completamente recto, las demás flores no cumplen con estos requisitos y son flores nacionales. Cortar y cosechar con tijeras esterilizadas y colocar en cubetas de hidratación para su traslado a postcosecha (Torres, 2012).

9.4. Tipo de riego

9.4.1. Riego por goteo

Este es un método de riego puntual donde el agua se entrega en forma de gotas que humedecen la planta cerca de donde las raíces están más concentradas. El sistema consta de un filtro, un regulador de presión, un tubo guía, un ramal reductor de presión y un emisor, comúnmente llamado "gotero" (Pupiales, 2019).

La descarga de los emisores fluctúa en el rango de 2 a 4 litros por hora por cada gotero. Este método, garantiza una mínima pérdida de agua por evaporación o

filtración, y es válido para casi todo tipo de cultivos, es así que su nivel de eficiencia alcanza un 90%-95% (Allen et al., 2006).

Es conveniente utilizar un sistema de riego que pueda controlar la cantidad de agua utilizada por los cultivos. La mejor manera es utilizar riego local, tuberías de plástico con goteros (Verdeguer et al., 1999).

9.4.2. Riego en el cultivo de alelí

El riego por goteo es la inyección de agua directamente sobre la superficie ocupada por las raíces mediante goteo a un caudal constante inferior a 16 l/h. Por lo general, el riego por goteo requiere un sistema de filtración antes de que circule por la manguera de riego. El taponamiento de los emisores mencionados tiene algunas características, tales como: o no se moja todo el terreno y se ahorra recursos hídricos (Pupiales, 2019).

9.4.3. Estimación del ahorro en el uso del agua

El ahorro en el uso del agua corresponde generalmente ocurre en el riego por goteo debido a que: Se reduce las pérdidas de agua por escurrimiento y percolación profunda.

9.4.4. Eficiencia del uso del agua (EUA)

La eficiencia en el uso del agua (EUA) se define como la relación entre los gramos de agua liberados por un cultivo y los gramos de materia seca producidos. Las especies acuáticas más eficientes produjeron más materia seca por gramo de agua evaporada. Vale la pena señalar que de acuerdo con su estructura de la hoja del

metabolismo y el tiempo del ciclo de crecimiento que están considerando, la capacidad de obtener agua es diferente (INTAGRI S.C., 2018).

9.5.Bases Científicas Y Teóricas De La Temática

9.5.1. *Evapotranspiración*

La cantidad de agua que se pierde por evaporación y transpiración es el resultado de ambas. La evaporación es el retorno del agua a la atmósfera en forma de vapor por dos motivos diferentes: la evaporación del suelo y la transpiración de la vegetación que cubre el suelo (Alvarado, 2015).

Este es un proceso que es el resultado de la evaporación del suelo, la transpiración del suelo y la transpiración de las plantas, en el que parámetros como la radiación solar y el tipo de cobertura vegetal actúan simultáneamente, por lo tanto, el efecto de la evaporación directa del suelo y cuando las plantas crecen y cubren la superficie del suelo. en el caso de la Evapotranspiración, el comportamiento está influenciado por la transpiración de las plantas (Allen et al., 2006).

Es la cantidad de agua o la cantidad que se pierde durante el sudor y la evaporación dentro de la cosecha, estos procesos que ocurren simultáneamente, esta expresión se usa para determinar el rendimiento de los requisitos diarios de agua y, al mismo tiempo, contribuciones de riego (Allen et al., 2006).

9.5.2. *Proceso de evapotranspiración*

9.5.2.1. *Evaporación*

Es un proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua y es retirada de la superficie evaporante (Gómez & Cadena, 2017).

Proceso por el cual el agua en su estado líquido cambia a un estado gaseoso, que por su bajo peso molecular va ascendiendo desde la superficie evaporada hacia la atmósfera, todas las superficies que están expuestas a un cierto grado de humedad tienden a sufrir una evaporación (Allen et al., 2006).

9.5.2.2. *Transpiración*

Consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. Los cultivos pierden agua predominantemente a través de las estomas. La vaporización ocurre dentro de la hoja, en los espacios intercelulares, y el intercambio del vapor con la atmósfera es controlado por la abertura estomática (Allen et al., 2006).

9.5.3. *Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)*

Es la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas, sirve para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, descartando el tipo, desarrollo del cultivo, prácticas de manejo y factores del suelo (Allen et al., 2006).

9.5.4. *Evapotranspiración del cultivo (ETc)*

Se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes (Allen et al., 2006).

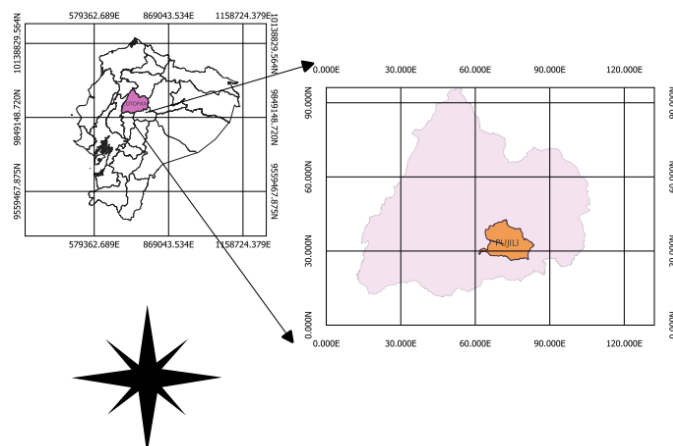
La evapotranspiración real es el volumen de agua en mm/día, producto del agua evaporada desde la superficie del suelo y transpirada por la cubierta vegetal, mientras mayor sea la evapotranspiración real, el volumen de biomasa también incrementará por el simple hecho de que a medida que el cultivo va desarrollándose va requiriendo más agua por día y dicho volumen de agua se transforma en biomasa (Allen et al., 2006).

10. METODOLOGÍA

10.1. Localización y ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache en el invernadero de la institución. Su ubicación geográfica está dada por las siguientes coordenadas 11:56:40 62° NE y se encuentra ubicada a 2778 msnm.

Gráfica 3 Ubicación Geográfica



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

10.2. Parámetros climáticos

La condición meteorológica fue tomada bajo invernadero mediante el uso de un termómetro manual, utilizando la media de temperatura diaria durante el ciclo vegetativo.

10.3. Materiales

10.3.1. Materiales de campo

- Cintas métrica
- Piola
- Estacas
- Azadón
- Pala cuadrada
- Rastrillo
- Lápiz
- Cuaderno de campo
- Alambre
- Computadora
- Cintas de goteo
- Mangueras
- Llaves de paso
- Termómetro
- Cronómetro

10. 10.4. Modalidad y tipo de investigación

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

11. 10.5. Métodos

10.5.1 Método deductivo

Tiene como finalidad obtener conclusiones que parte de lo individual a lo general, el método inicia a partir de la observación por separado de los hechos, posteriormente se analiza la comportamiento y rasgos del fenómeno, se podría realizar una comparación y llegar así a conclusiones universales. El desarrollo y crecimiento del alelí por variedad tiene como influencia la cantidad de agua proporcionada a lo largo de su ciclo vegetativo, y poder comprar entre 4 variedades, con diferente o igual frecuencia de riego.

9.1.4. 10.5.2. Método inductivo

Método utilizado para concluir de lo general a lo específico, gracias a este método se logran obtener conclusiones, el método de inducción se inicia con el análisis de principios, suposiciones, es decir al proporcionar diferente cantidad de agua al cultivo de alelí su ciclo vegetativo sufrirá pequeñas modificaciones.

9.1.5. 10.5.3. Método experimental

Método utilizado para provocar o manipular variables o factores que se quieren estudiar, por lo tanto, en el cultivo de alelí se aplicaron tres diferentes láminas de riego.

9.1.6. 10.5.4. Método descriptivo

Consiste en observar, analizar e interpretar variables o factores en un tiempo específico exceptuando la situación principal en la que se suscitó el hecho, por lo que

en un determinado día se tomaron datos del cultivo, esto con la finalidad de concluir cuál fue la variedad y tratamiento que mejor crecimiento y desarrollo tuvo.

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

10.5.5. Método analítico

En este método se separan o dividen partes que constituyen al objeto de la investigación con la finalidad de interpretar el comportamiento particular de ciertas variables

10.5.6. Método de la observación

En esta investigación fue muy valiosa durante las observaciones que se realizó en el área del experimento.

Método el cual consiste en seleccionar adecuadamente aquello que se quiere observar, es importante plantear lo que se interesa observar, en el cultivo de alelí se observó el comportamiento de las variedades a las diferentes láminas de riego.

11. VARIABLES

11.1. Variable dependiente:

Respuesta agronómica del cultivo de alelí (*Matthiola incana*): Porcentaje de prendimiento, altura de la planta, ancho del tallo, número de hojas, días a la cosecha y rendimiento de 10 tallos por tratamiento.

11.2.Variable independiente:

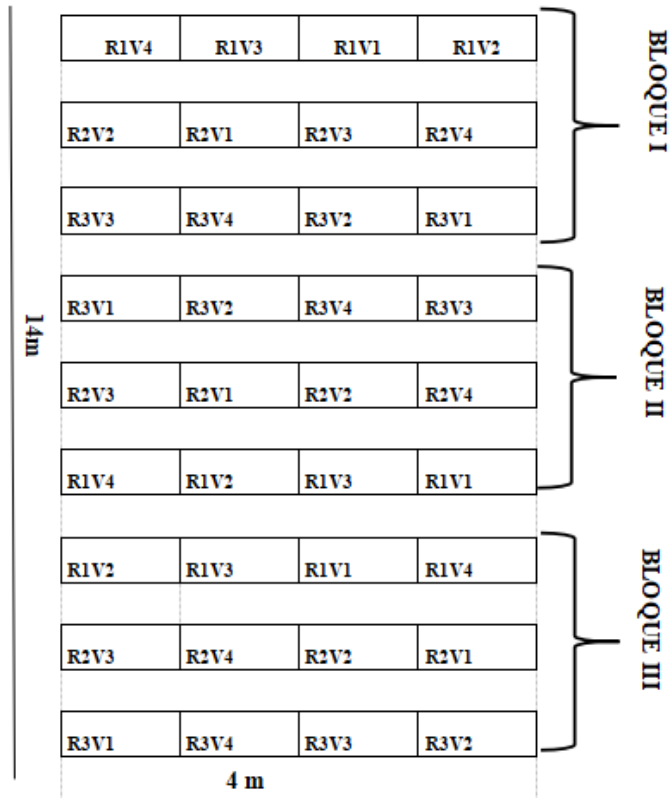
Láminas al 100% Evapotranspiración del cultivo (ETc), 90% Evapotranspiración del cultivo (ETc) y 80% Evapotranspiración del cultivo (ETc), en las variedades; Áprico, Amarillo, Blanco y Fucsia.

12. ESTADÍSTICA

12.1.1. Diseño Experimental

En el presente estudio se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), Este modelo considera al campo experimental dividido en tres bloques horizontales de tres unidades experimentales (UE) cada uno, donde las tres es el número de tratamientos (láminas), tales que las unidades experimentales dentro de cada grupo son lo más homogénea posible y las diferencias entre las unidades experimentales (UE) sea dada por estar en diferentes grupos. Los conjuntos son llamados bloques. Dentro de cada bloque las unidades experimentales (UE) son asignadas aleatoriamente, cada tratamiento ocurre exactamente una vez en un bloque, el que consta con 3 repeticiones, 12 tratamientos en total y 36 unidades experimentales, como factor principal las frecuencias de riego, las subparcelas se determinaron por las variedades de alélf empleadas.

Gráfica 4 Diseño experimental



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

12.1.2. Esquema del análisis de varianza

Tabla 2 Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloque	B-1	2
Tratamiento	T-1	11
Error	(T-1) (B-1)	22
Total		33

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

12.1.3. Factor en Estudio

El factor en estudio es la lámina de riego, el cual ha sido estudiado a través de tres tratamientos.

- Factor A: ETC

R1: ETC de 100%

R2: ETC de 90%

R3: ETC de 80%

- Factor B: Variedades de alelí

V1: variedad blanca

V2: variedad amarilla

V3: variedad fucsia

V4: variedad áprico

Tabla 3 Factores de estudio

Tratamiento	Láminas por variedad
T1	100% V1
T2	100% V2
T3	100% V3
T4	100% V4
T5	90% V1
T6	90% V2
T7	90% V3

T8	90% V4
T9	80% V1
T10	80% V2
T11	80% V3
T12	80% V4

Elaborado por: Taco & Titisunta. (2023)

A continuación, se detalla los factores de estudio, los 12 tratamientos junto a sus respectivas láminas de riego por variedad y por repetición

Tabla 4 Factores de estudio

Tratamiento	Láminas por variedad
T1	R1V1
T2	R1V2
T3	R1V3
T4	R1V4
T5	R2V1
T6	R2V2
T7	R2V3
T8	R2V4
T9	R3V1
T10	R3V2
T11	R3V3
T12	R3V4

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

12.2.Población y muestra

El área experimental fue de 56 m², de los cuales fueron divididos en tres bloques, cada unidad de ellas se estableció con 1 metro de ancho y cuatro metros punto cinco de largo, las cuales se dividen en cuatro subparcelas, cada una con 8 hileras distanciadas a 0.10 metros y con una separación entre plantas de 0.10 metros. Dando lugar a 110 plantas por unidad experimental y una población total de 3960 plantas. los bloques se encuentran separados por pasillos de 0.50 m para un área individual de 4.5 m², El tamaño de la muestra se realizó de manera sistemática dentro de las parcelas útiles de y basado en un número de 10 plantas por cada subparcela en cada bloque.

12.3.Características del Suelo

Se realizó un análisis de suelo que contempla los siguientes aspectos contenido de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), porcentaje de materia orgánica, conductividad eléctrica, densidad aparente, textura, capacidad de campo, punto de marchitez permanente y pH esto se realizó con el fin de conocer las características físico y químicas, el nivel de fertilidad y proceder a agregar la cantidad requerida de nutrientes al suelo. La recolección de la muestra de suelo se hizo mediante la técnica de toma y remisión de muestras de suelo. Para ello se recolectó 9 sub muestras en diversos sitios siguiendo la forma zig-zag en toda el área del terreno a una profundidad de 15 centímetros. La muestra resultante fue enviada al laboratorio del INIAP estación santa catalina (*Anexo 1*).

12.4.Condiciones Climáticas

No se consideró variables climáticas de la estación meteorológica, debido a que el área experimental se encuentra en condiciones controladas bajo invernadero

mediante la utilización de un termómetro manual, registrando tres temperaturas diarias y generando un promedio.

12.5. Componentes del sistema de riego

El sistema de riego estaba compuesto desde una llave de paso de una pulgada que es la entrada hacia el invernadero y donde se derivó una manguera de polietileno de media pulgada. De la manguera principal cada metro y medio se derivaban 9 tuberías de polietileno secundarias de $\frac{3}{4}$ " en cada uno de ellos se colocó un codo negro macho $\frac{3}{4}$, adaptador flex $\frac{3}{4}$, válvula compacta PVC $\frac{3}{4}$ mango rojo, que corresponde a cada uno de los tratamientos. En cada una de las tuberías secundarias se colocó cintas de goteo marca dripline 16mm 2L/h 20cm, colocadas a una separación de 0.2m entre laterales dando lugar a 4 líneas de goteo por cada unidad experimental de 4.5 metros de largo.

12.6. Parámetros de riego

Hace referencia a la cantidad de agua y cada que tiempo debe ser suministrada al cultivo para obtener la máxima eficiencia y productividad, para planificar los riegos es necesario conocer las necesidades hídricas del cultivo de alelí (*Matthiola incana*). Es decir, sus necesidades hídricas para un crecimiento óptimo.

12.6.1. Evapotranspiración de referencia (ETo)

El cálculo de Eto se realizó utilizando la formulación propuesta por (Oudin et al., 2005) mediante fórmulas propuestas en una tabla de Excel donde se considera la latitud y temperatura media del día, misma que fue tomada diariamente durante en el ciclo vegetativo del cultivo (*Anexo 2*).

12.6.2. Evapotranspiración del cultivo o real (Etc)

La Etc se calculó tomando en consideración la evapotranspiración diaria dentro del invernadero misma que fue calculada mediante la toma de temperaturas diarias y tabuladas en Excel para su posterior análisis.

Para determinar la evapotranspiración del alelí se utilizó la siguiente ecuación:

$$ETc \frac{mm}{Día} = ETo \times Kc$$

donde:

ETo: Evapotranspiración de referencia (mm/día).

ETo= Evapotranspiración de referencia en mm.día

Kc: Coeficiente de alelí, asumiendo los valores de coeficiente de acuerdo a las etapas fenológicas.

Kc inicial=0,30; Kc medio= 1,05; Kc final= 0,95.

12.7. Coeficiente del cultivo (Kc)

El coeficiente del cultivo es un valor que sirve para determinar la evapotranspiración real o requerimiento hídrico de los cultivos, el Kc depende de factores como tipo de cultivo, clima y el estado fenológico en el cual se encuentra dicho cultivo (Allen et al., 2006).

Para esta ocasión se utilizó el Kc de las Brassicaceae debido a que es la familia a la cual pertenece el alelí (*Matthiola incana*) debido a que no existe un Kc específico para dicho cultivo.

12.8.Láminas de riego a aplicar

12.8.1. Lámina neta

La lámina neta de riego corresponde a la humedad de déficit. Es la cantidad de agua que debe quedar en la zona de raíces de las plantas, para llevar el suelo a capacidad de campo después de un riego, y que, a su vez corresponderá a la cantidad de agua que puede consumir el cultivo 24 entre dos riegos consecutivos. Las necesidades netas de riego se determinaron en base a la ecuación:

$$N_n = E_{Tc} - P_e = E_{Tc} \text{ (ajustada por día)}$$

donde:

P_e : Precipitación efectiva (mm/día).

12.8.2. Lámina Bruta

Debido a que cuando aplicamos el riego hay pérdidas, que se deben a la eficiencia del riego (E), para los sistemas de riego por goteo se ha establecido este valor en $E=0.90$. La lámina de riego a aplicar se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$N_b = N_n/E$$

donde:

N_b = Necesidad bruta de riego (mm)

N_n = Necesidades netas (mm)

E = Eficiencia de aplicación (%)

12.8.3. Eficiencia del sistema de riego

Debido a que el sistema de riego se colocó recientemente se cuenta con una eficiencia del 100%.

12.8.4. Relación transpiración (RT)

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

$$E = 0.90 \times CU \text{ (se asumió un CU del 95\% ya que el sistema es nuevo)}$$

12.9. Tiempo de riego

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

$$Tr = Nb/p$$

donde:

Tr: Tiempo de riego (h/día)

Nb: Lámina bruta (mm/día)

P: Precipitación del emisor (mm/h)

12.9.1. Precipitación del emisor

Los emisores o goteros son uno de los elementos fundamentales en un sistema de riego, se encargan de descargar el agua al suelo. Se calculó mediante la metodología propuesta por (Gavilanes, 2014), que considera la ecuación:

$$P = 100 \times q \times de \times 2dl \times par$$

donde:

P: Precipitación del emisor (mm/h).

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

de: Distancia entre emisores (m).

dl: Distancia entre laterales (m).

Par: Porcentaje de área bajo riego.

12.9.2. Porcentaje de área bajo riego

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

Para riego por goteo se considera la siguiente ecuación:

$$Par = 78.5 \times d^2 \times de \times dl$$

donde:

Par: Porcentaje de área bajo riego.

d: Diámetro del bulbo húmedo (m).

de: Distancia entre emisores (m).

dl: Distancia entre laterales (m).

12.10. Frecuencia de riego

La frecuencia de tiempo son los intervalos de tiempo donde debe suministrarse agua al aléi para poder satisfacer sus necesidades hídricas, misma que está ligada a la temperatura diaria del invernadero, siendo mayor en días con altos niveles de temperatura.

$$FR = \frac{LN}{ET \text{ real}}$$

donde

FR: frecuencia de riego

LN: Lámina neta

ET real: Consumo de agua del cultivo

12.11. Volumen de agua

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

$$V = Nb \times Par$$

donde:

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

Nb: Lámina bruta (mm/día)

Par: Porcentaje de área bajo riego (%)

13. MANEJO AGRONÓMICO DEL ENSAYO

13.1.Labores pre – culturales

13.1.1. Preparación del suelo

Se realizó la limpieza del terreno, extrayendo la maleza, piedras, escombros y basura existen en el área de trabajo, posterior a la limpieza con azadones se hace la remoción del suelo para que de esta manera el suelo quede bien mullido, y por último se procede a la realización de las camas (*Anexo 3*).

13.1.2. Formación de platabandas

La formación de las platabandas se realiza una vez que el suelo se encuentre mullido y libre de malezas, se colocó la piola de inicio a fin de las camas, el ancho de las camas fue de 1m y el largo de 4.5 m con caminos de 0.50m de separación (*Anexo 4*).

13.1.3. Trazado del terreno

Para el trazado del terreno se utilizó una cinta métrica para medir el terreno y una piola para dividir las camas. El área total es de 56 m², el largo de las camas es de 4,5m y el ancho de 1m, el camino entre camas de 0,50 m, teniendo 9 camas en total, se plantaron a una distancia de 0,10 m entre hilera y 0,10 m entre planta y así teniendo un total de 3960 plantas.

13.1.4. Trasplante

El área experimental fue de 56 m², divididos en nueve bloques, cada unidad de ellas se estableció con 1 metro de ancho y cuatro metros de largo, las cuales se dividen en cuatro subparcelas, cada una con 8 hileras distanciadas a 0.10 metros y con una separación entre plantas de 0.10 metros. Dando lugar a 110 plantas por unidad experimental y una población total de 3960 plantas. los bloques se encuentran separados por pasillos de 0.50 m para un área individual de 4.5 m², El tamaño de la muestra se realizó de manera sistemática dentro de las parcelas útiles de y basado en un número de 10 plantas por cada subparcela en cada bloque (*Anexo 5*).

13.1.5. Riego

Se utilizó riego por goteo desde el inicio del trasplante en base a las lecturas de la media diaria de temperatura tabulada en Excel, datos que permitió calcular la cantidad de agua requerida para reponer el déficit hídrico del cultivo de alelí.

En bancos de cultivo de 1 m. de anchura ha dado buen resultado la colocación de cuatro tuberías de goma, una para dos líneas de plantas, con goteros cada 10 cm. Esto supone una densidad de 40 goteros/ m²

Con este sistema hemos aplicado módulos de riego en base a la temperatura media diaria del invernadero durante el ciclo vegetativo del cultivo, la frecuencia de aplicación fue diaria. (*Anexo 6*)

13.1.6. Fertirriego

Se tomó la decisión de fertilizar el cultivo y adicionar la cantidad necesaria y adecuada de nutrientes que absorbe el alelí del suelo. La fertilización está estrechamente relacionada con el análisis de suelo y los requerimientos nutricionales de cada fase del cultivo.

Tabla 5 Fertilizantes usados para el cultivo de alelí

Etapa	N	P	K	Ca
Etapa inicial	672 g	224g	1344g	
Etapa media	840 g	280 g	1680 g	500 g
Etapa de floración	168 g	56 g	336 g	

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

13.1.7. Control de malezas

Para el control de malezas se utilizó las prácticas culturales realizando cuatro deshierbes programadas, la primera a las cuatro semanas, la segunda a las seis semanas y la tercera a las ocho semanas y la cuarta a las diez semanas después del trasplante.

13.1.8. Cosecha

La cosecha se realizó a los 81 días después del trasplante, el momento adecuado para cosechar las plantas es en la mañana y cuando los botones florales de los dos tercios inferiores de la inflorescencia se encuentran abiertos o cuenta con una longitud de 15 cm y 50% de apertura.

13.2. Variables A Evaluarse

13.2.1. Porcentaje trasplante

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

$$\% \text{ supervivencia} = \frac{\text{número de plantas vivas}}{\text{número de plántulas sembradas}} \times 100$$

13.2.2. Número de hojas

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

13.2.3. Altura de la hoja

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

13.2.4. Días a la cosecha

Se determina el número de días a la cosecha a partir del intervalo de tiempo transcurrido, desde el trasplante hasta cuando la inflorescencia alcanzó aproximadamente el 50% de su madurez comercial.

13.2.5. Rendimiento de 10 tallos

Se determinó el rendimiento en campo en base al largo de la inflorescencia de tallos y peso seco en la cosecha, con dichos datos se podrá evaluar la productividad.

13.2.6. Longitud de la inflorescencia

Está establecido en base al largo de la inflorescencia de los tallos cuando los mismos cuenten con un número de botones florales superior a ocho y con igual o mayor al 50% de floración.

13.2.7. Eficiencia el uso del agua

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

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

14. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

14.1. Características del suelo

14.1.1. Análisis de suelo

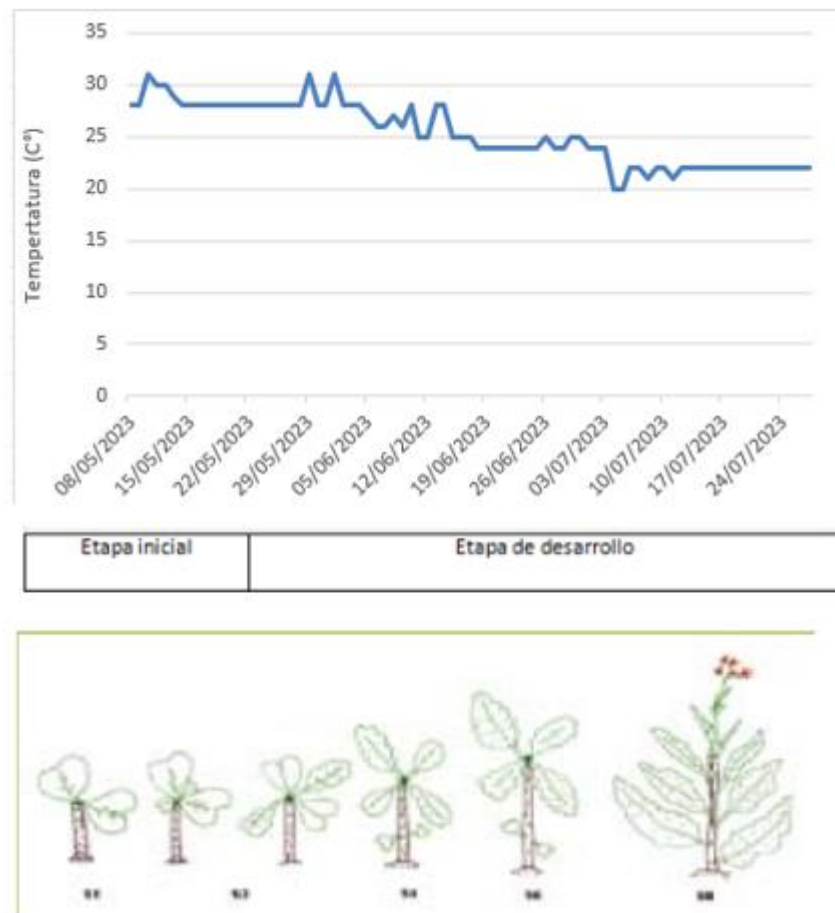
Los resultados del análisis de suelo correspondiente al área de estudio arrojaron lo siguiente: textura del suelo: franco, materia orgánica 1,14%, contenido de N 50,96 ppm, P 55,70 ppm, S 79,37 ppm, B 3,91 ppm, K 0,84 meq/100g, Ca 14,53 meq/100g, Mg 5,84 meq/100g, Zn 5,8ppm, Cu 4 ppm, Fe 11 ppm, Mn 5 ppm, con un Ph de 8,57, alcalino.

14.2. Condiciones climáticas-Temperatura

En base a que el proyecto fue elaborado bajo condiciones controladas de invernadero no se suscitaron grandes cambios climatológicos, exceptuando la humedad y temperatura, misma que fue medida con la utilización de un termómetro manual diariamente.

De acuerdo a los datos obtenidos se determinó lo siguiente: para la fase inicial del cultivo de alelí perteneciente al mes de mayo, la temperatura media del invernadero se mantuvo en un rango de 28 a 31°C. En la etapa media el cual corresponde a la temperatura media del cultivo tuvo un rango de 22 a 25°C y la etapa final en el mes de julio se presentó una temperatura constante de 22°C. Durante la etapa inicial del cultivo la temperatura media debía mantenerse elevada con el fin de que la planta logre tener un mejor prendimiento, posteriormente entrando a la etapa de desarrollo se fue reduciendo gradualmente para lograr así un grosor de tallo y altura deseada y óptimos para el mercado, misma temperatura se mantuvo constante hasta el final del ciclo.

Gráfica 5 Temperatura bajo el invernadero marzo-julio 2023



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.3. Parámetros de riego

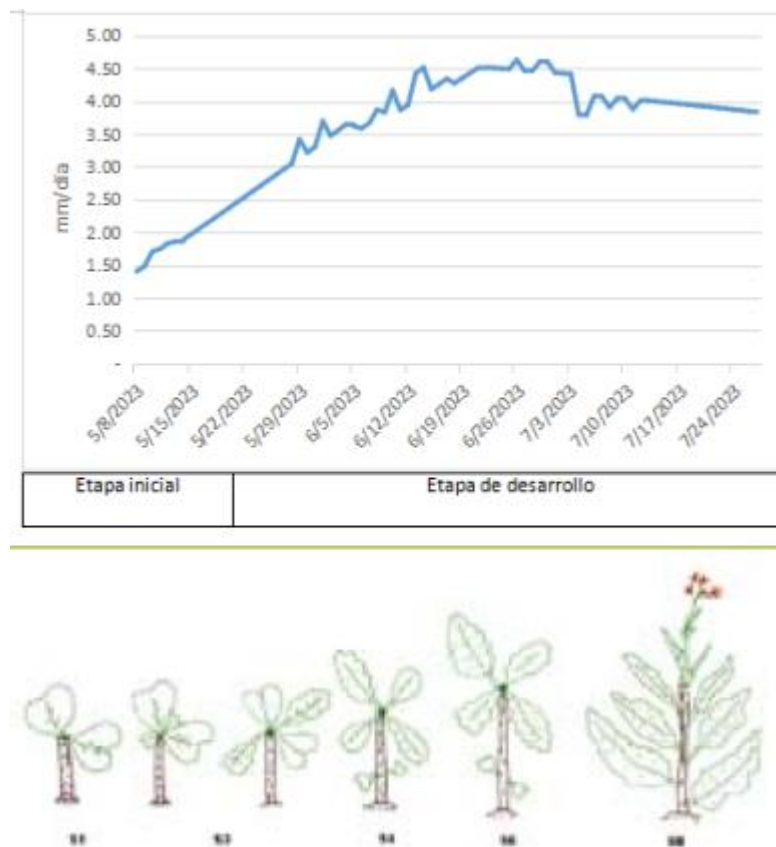
14.3.1. Evapotranspiración del cultivo (ETc)

La evapotranspiración del cultivo es un indicador de las necesidades hídricas que tiene el alelí esto con relación a su transpiración y evaporación diaria.

El pico más alto de la Evapotranspiración lo podemos localizar los últimos días del mes de junio y primeros de Julio esto durante su etapa fenológica de desarrollo, debido a una elevación en la temperatura externa del invernadero esto como

consecuencia del cambio climático, por ende, el requerimiento hídrico era mayor con la finalidad de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo en relación a su ETo.

Gráfica 6 Evapotranspiración del cultivo (ETc)



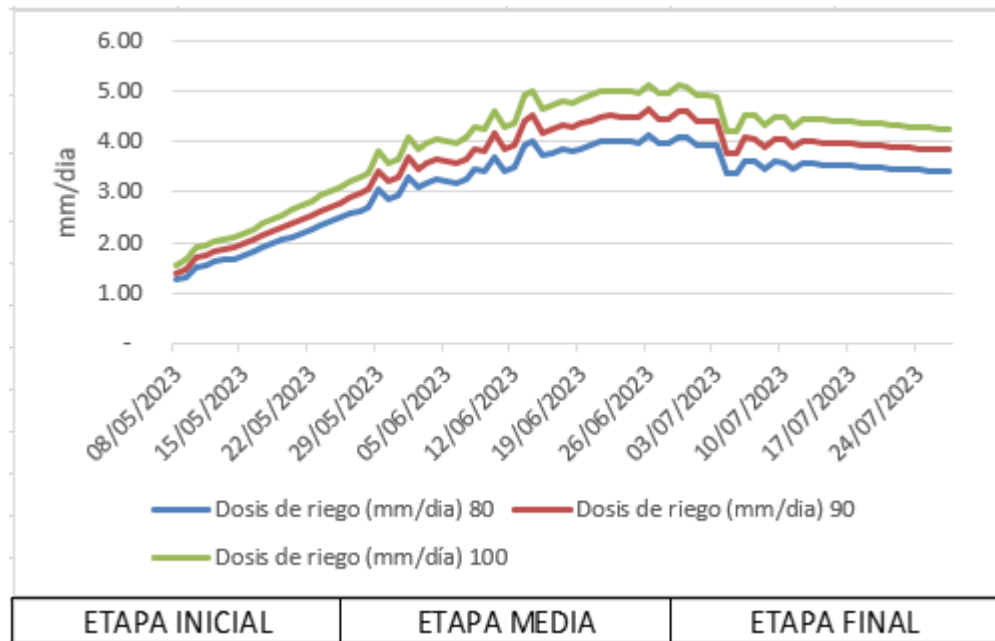
Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.4. Lámina de riego a aplicar

14.4.1. Necesidades netas y brutas del cultivo

De acuerdo a los datos obtenidos se determinó lo siguiente: Para la fase inicial del cultivo de alé: ETc 100% con un promedio de 2,486 mm/día, ETc 90% con un promedio de 2,237 mm/día y por último ETc 80% con promedio de 1,989. En la etapa media el promedio de la lámina bruta para Etc 100% fue de 4,091mm/día; Etc 90%, 3682 mm/ día y Etc 80%, 3,273 mm/día.

Gráfica 7 Necesidades brutas del cultivo

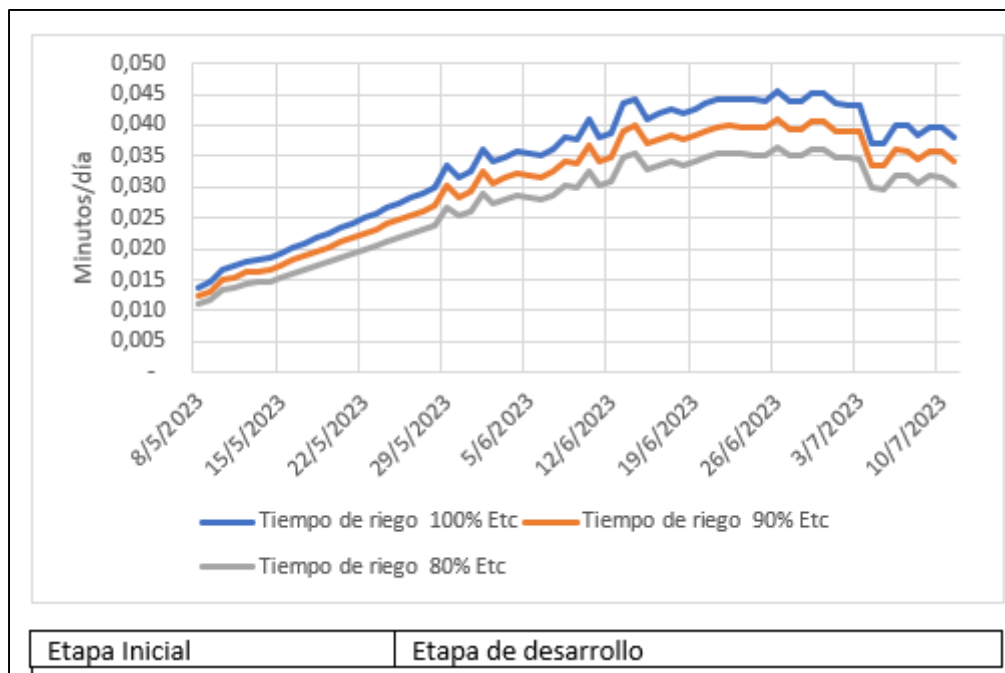


Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.4.2. Tiempo de riego

La aplicación del riego en el cultivo de alelí comenzó desde el día uno desde el trasplante hasta el final de la floración, empezando con un riego diario de 0:50 segundos, en base a la programación establecida. El tiempo de riego varía dependiendo el ETc ya sea al 100%, 90% y 80% y está directamente relacionado con la temperatura diaria, teniendo así días donde exista un mayor tiempo de riego 2 minutos con 48 segundos y otros con menor tiempo de riego 0 minutos con 40 segundos.

Gráfica 8 Tiempo de riego

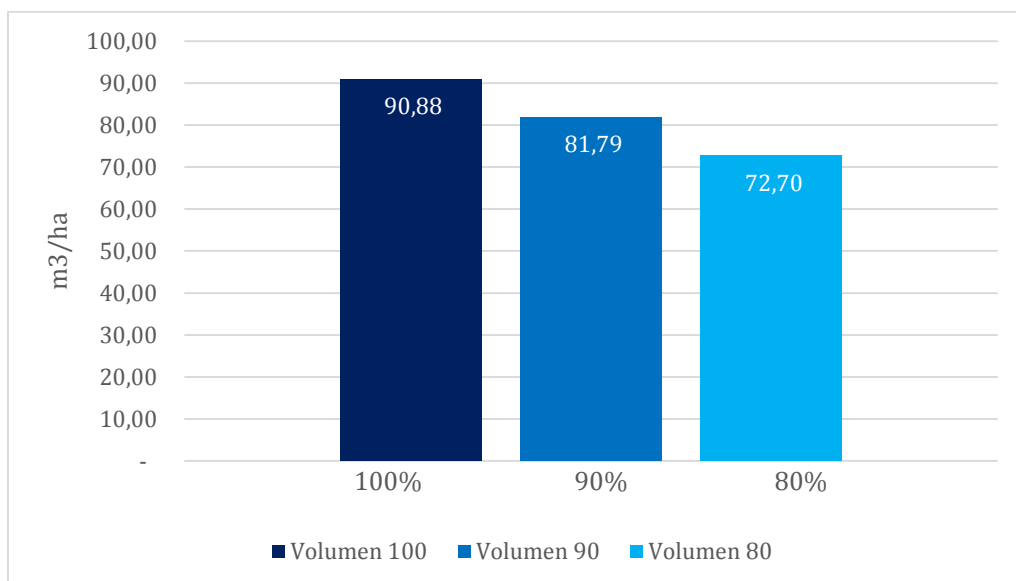


Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.4.3. Volumen de agua

En la siguiente gráfica se puede constatar la cantidad de agua total utilizada durante el ciclo vegetativo del alelí, teniendo que para Etc al 100% el volumen total de agua fue de 72,79 m³/ha siendo este el máximo volumen aplicado; 65,51 m³/ha para Etc 90% y el menor volumen aplicado fue de 58,23 m³/ha que corresponde a Etc 80%.

Gráfica 9 Volumen de riego



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5. Variables Evaluadas

14.5.1. Porcentaje de prendimiento a los 15 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante, con un coeficiente de variación del 3,98 %. Y un p-valor de 0,48.

Es decir, que estadísticamente no existe diferencias a la aplicación de diferentes láminas de riego sobre el porcentaje de prendimiento de las variedades blanco, áprico, amarillo y fucsia.

Tabla 6 Análisis de la varianza para el porcentaje de prendimiento a los 15 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	151,44	13	11,65	0,87	0,59
Tratamiento	145,89	11	13,26	0,99	0,48
Bloques	5,56	2	2,78	0,21	0,81
Error	294,44	22	13,38		
Total	445,89	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.2. Número de hojas

14.5.2.1. Número de hojas a los 15 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el número de hojas a los 15 días después del trasplante, teniendo un coeficiente de variación del 16,1 %, y un p-valor de 0,89. Es decir, la aplicación de diferentes láminas de riego no influye en el número de hojas del alelí de las variedades bajo estudio.

Tabla 7 Análisis de varianza para el número de hojas a los 15 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,35	13	1,57	0,96	0,52
Tratamiento	8,72	11	0,79	0,48	0,89
Bloques	11,63	2	5,82	3,55	0,05
Error	36,02	22	1,64		
Total	56,37	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.2.2. Número de hojas a los 30 días

Según el análisis de varianza se evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el número de hojas a los 30 días después del trasplante, obteniendo un coeficiente de variación del 24,35 %. Y un p-valor de 0,86. Resaltando que estadísticamente son iguales.

Tabla 8 Análisis de varianza para el número de hojas a los 30 días

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	57,04	13	4,39	0,55	0,87
Tratamiento	47,64	11	4,33	0,54	0,86
Bloques	9,4	2	4,7	0,59	0,57
Error	176,66	22	8,03		
Total	233,7	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.2.3. Número de hojas a los 45 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el número de hojas a los 45 días después del trasplante y un coeficiente de variación del 17,31 %, en este caso contamos con un valor de 0,7. Resaltando que estadísticamente son iguales.

Tabla 9 Análisis de varianza para el número de hojas a los 45 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	188,27	13	14,48	0,96	0,51
Tratamiento	120,26	11	10,93	0,73	0,7
Bloques	68,02	2	34,01	2,26	0,13
Error	330,67	22	15,03		
Total	518,95	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.2.4. Número de hojas a los 60 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el número de hojas a los 60 días después del trasplante y un coeficiente de variación del 4,32 % y un p-valor de 0,21.

Tabla 10 Análisis de varianza para el número de hojas a los 60 días

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,49	13	2,73	1,28	0,3
Tratamiento	34,83	11	3,17	1,48	0,21
Bloques	0,67	2	0,33	0,16	0,86
Error	47,05	22	2,14		
Total	82,54	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

15.5.2.5. Número de hojas a la cosecha

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el número de hojas al día de la cosecha cuenta con un coeficiente de

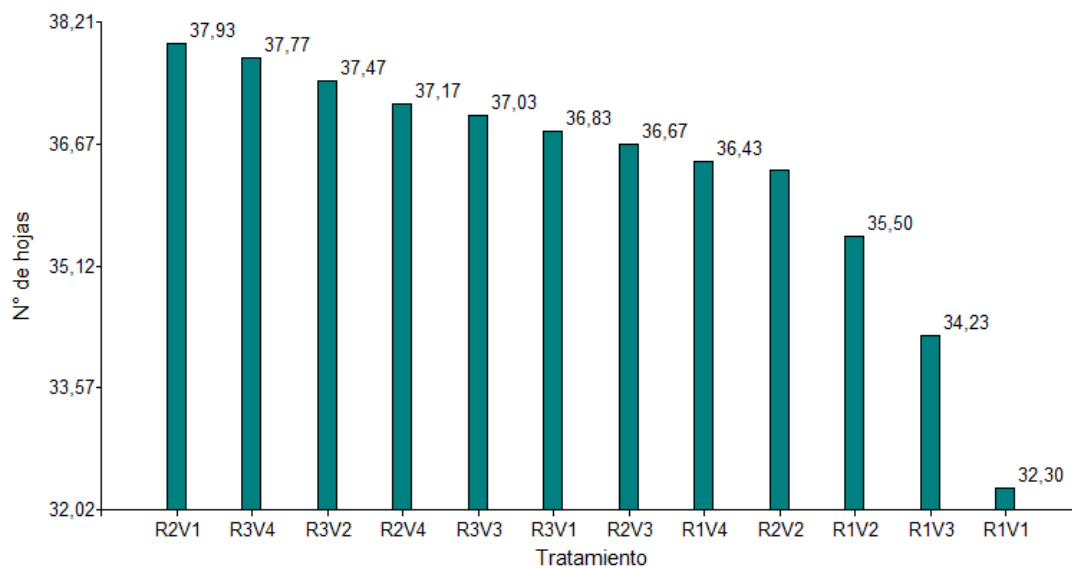
variación del 6,6 %. Es decir, la aplicación de diferentes láminas de riego no influye en el brote de una mayor o menor cantidad de hojas del alelí de ninguna de las variedades blanco, áprico, amarillo y fucsia.

Tabla 11 Análisis de varianza para el número de hojas a la cosecha.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	120,01	13	9,23	1,61	0,16
Tratamiento	86,45	11	7,86	1,37	0,25
Bloques	33,56	2	16,78	2,93	0,07
Error	126,13	22	5,73		
Total	246,14	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Aunque el análisis de VARIANZA no evidencia significancia, numéricamente existe diferencias; siendo la variedad blanca con una lámina de riego al 90 % con un número total de 27,93 hojas al día de la cosecha, siendo así la variedad con mayor número de hojas por otra parte la variedad blanca con una lámina de riego al 100% obtuvo un total de 32,20 hojas representa la variedad con menor número de hojas. Es decir, en la variedad blanco el suministro de agua proporcionado en el ciclo de cultivo no tuvo mayor variación en el desarrollo de las hojas, por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.



14.5.3. Altura de la planta

14.5.3.1. Altura de la planta a los 15 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para la altura de la planta a los 15 días después del trasplante, arrojando un coeficiente de variación del 14,47 %, y un p-valor de 0,24. Resaltando que estadísticamente son iguales.

Tabla 12 Análisis de varianza para altura de la planta a los 15 días

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,13	13	1,01	1,53	0,18
Tratamiento	10,21	11	0,93	1,41	0,24
Bloques	2,92	2	1,46	2,22	0,13
Error	14,49	22	0,66		
Total	27,62	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.3.2. Altura de la planta a los 30 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para la altura de la planta a los 30 días después del trasplante, arrojando un

coeficiente de variación del 17,71 %, y un p-valor de 0,42. Resaltando que estadísticamente son iguales.

Tabla 13 Análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,76	13	1,98	1,12	0,39
Tratamiento	21,09	11	1,92	1,08	0,42
Bloques	4,67	2	2,34	1,32	0,29
Error	38,95	22	1,77		
Total	64,72	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.3.3. Altura de la planta a los 45 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) para la altura de la planta a los 15 días después del trasplante, arrojando un coeficiente de variación del 17,71 %, y un p-valor de 0,42. Resaltando que estadísticamente son iguales sin influencia de las láminas de agua de riego.

Tabla 14 Análisis de varianza para altura de la planta a los 45 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,76	13	1,98	1,12	0,39
Tratamiento	21,09	11	1,92	1,08	0,42
Bloques	4,67	2	2,34	1,32	0,29
Error	38,95	22	1,77		
Total	64,72	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.3.4. Altura de la planta a los 60 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) para la altura de la planta a los 60 días después del trasplante, arrojando un coeficiente de variación del 16,63 %, y un p-valor de 0,63.

Tabla 15 Análisis de varianza para altura de la planta a los 60 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	517,72	13	39,82	0,99	0,49
Tratamiento	356,35	11	32,4	0,81	0,63
Bloques	161,38	2	80,69	2,01	0,16
Error	883,97	22	40,18		
Total	1401,69	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.3.5. Altura de las plantas a la cosecha.

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para la altura de la planta al día de la cosecha, arrojando un coeficiente de variación del 11,25 %, y un p-valor de 0,05. Demostrando que no existe mayor significancia entre las diferentes láminas de riego aplicadas, en ninguna de las variedades bajo estudio.

Tabla 16 Análisis de varianza para altura de la planta a la cosecha.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	1155,64	13	88,9	2,48	0,03
Tratamiento	881,49	11	80,14	2,23	0,05
Bloques	274,15	2	137,07	3,82	0,04
Error	789,58	22	35,89		
Total	1945,22	35			

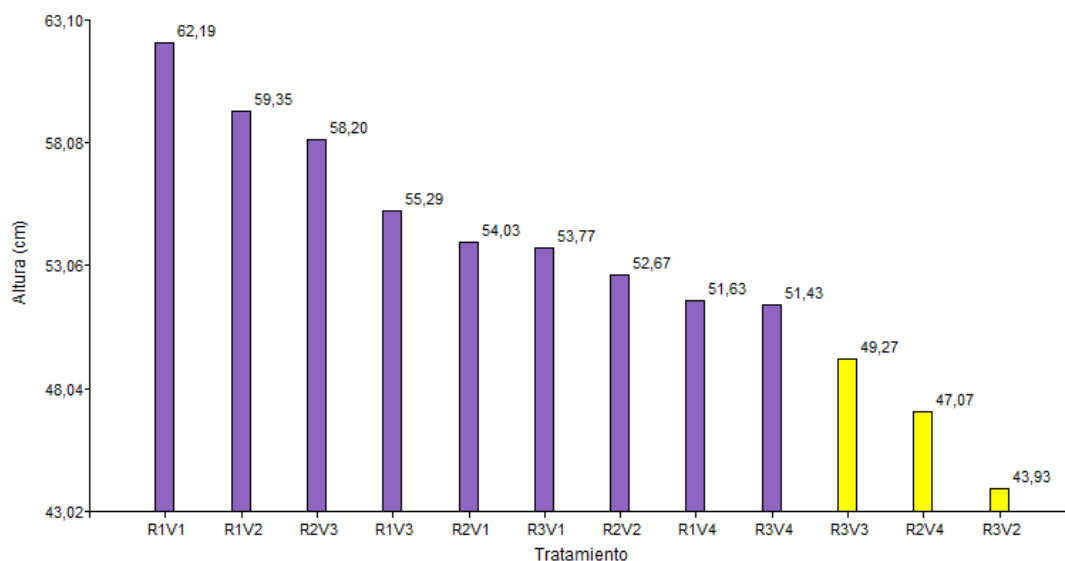
Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Aunque el análisis de VARIANZA no evidencia significancia; sin embargo, numéricamente la variedad blanca con una lámina de riego del 100% alcanzó una altura superior a las demás variedades con una altura de 62,19 cm, la variedad amarilla con una lámina de riego al 80% registro la variedad con menor altura que el resto, con una altura de 43,93cm. El suministro de agua proporcionado en el ciclo de cultivo no tuvo mayor variación en la altura, exceptuando las variedades amarillo y aprico.

Los tallos de mayor comercialización van de 50-70 cm. (Experto: Sr. Cristian Maigua, productor finca del alhelí en Cotopaxi).

Siendo así que; la variedad blanca con una aplicación de láminas de riego al 100%, 90% y 80% con alturas de 62,19 cm, 54,03 cm y 53,77 cm respectivamente, la variedad amarillo con una aplicación de láminas de riego al 100% y 90% con alturas de 59,35 cm y 52,67 cm respectivamente, la variedad fucsia con laminas de riego al 100% y 90% con alturas de 55,29 cm y 58,20 cm respectivamente y la variedad aprico con láminas de riego al 100% y 80% con alturas de 51,63 cm y 51, 43 cm, se encuentran dentro de los parámetros de exportación, mientras que la variedad amarillo con una lámina de riego al 80% (43,93 cm), variedad fucsia con una lámina de riego al 80% (49,27 cm) y variedad aprico con lámina de riego de 90% (47,07 cm) no cumplen con los estándares de exportación y son destinados a mercado local.

Abdullah et al. (2020) menciona que *Matthiola* a los 53 días después de su posterior trasplante obtuvo una longitud de 58,6 cm; por lo que la variedad blanca con lámina de riego al 100% y variedad amarilla con lamina de riego al 100% cumplen con los estándares de tallos exportables y mientras que Jafari et al. (2019) muestran que la longitud alcanzada fue de 40 cm en condiciones de salinidad del suelo, de esta manera los promedios alcanzados por las plantas de alhelí, fueron superiores que las mencionadas por el autor.



14.5.4. Diámetro del tallo

14.5.4.1. Diámetro del tallo a los 15 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el diámetro de la planta a los 15 días después del trasplante, arrojando un coeficiente de variación del 16,23 %, y un p-valor de 0,76. Resaltando que estadísticamente son iguales.

Tabla 17 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 15 días

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,94	13	0,15	0,59	0,84
Tratamiento	1,83	11	0,17	0,66	0,76
Bloques	0,11	2	0,06	0,22	0,8
Error	5,56	22	0,25		
Total	7,5	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.4.2. Diámetro del tallo a los 30 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) para el diámetro de la planta a los 30 días después del trasplante, arrojando

un coeficiente de variación del 10,51 %, y un p-valor de 0,5. Resaltando que estadísticamente son iguales.

Tabla 18 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 30 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	2,45	13	0,19	0,85	0,61
Tratamiento	2,36	11	0,21	0,97	0,5
Bloques	0,09	2	0,04	0,2	0,82
Error	4,85	22	0,22		
Total	7,29	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.4.3. Diámetro del tallo a los 45 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) para el diámetro de la planta a los 45 días después del trasplante, arrojando un coeficiente de variación del 6,37 %, y un p-valor de 0,74. Resaltando que estadísticamente son iguales.

Tabla 19 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 45 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,97	13	0,07	0,61	0,82
Tratamiento	0,92	11	0,08	0,68	0,74
Bloques	0,05	2	0,02	0,2	0,82
Error	2,68	22	0,12		
Total	3,65	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.4.4. Diámetro del tallo a los 60 días

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el diámetro de la planta a los 60 días después del trasplante, arrojando un coeficiente de variación del 3,3 %, y un p-valor de 0,6.

Tabla 20 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 60 días

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

Modelo	0,48	13	0,04	0,86	0,6
Tratamiento	0,38	11	0,03	0,8	0,64
Bloques	0,1	2	0,05	1,21	0,32
Error	0,94	22	0,04		

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.4.5. Diámetro del tallo a la cosecha.

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para el diámetro de la planta al día de la cosecha, arrojando un coeficiente de variación del 3,35 %, y un p-valor de 0,7. Demostrando que no existe mayor significancia entre las diferentes láminas de riego aplicadas, en ninguna de las variedades bajo estudio.

Tabla 21 Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 60 días

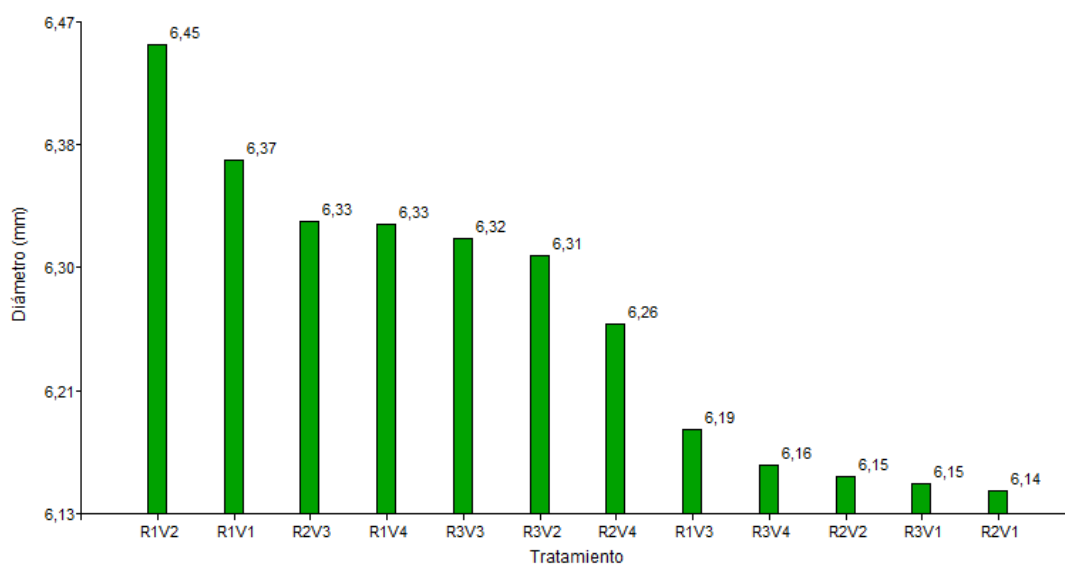
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,46	13	0,04	0,8	0,66
Tratamiento	0,35	11	0,03	0,73	0,7
Bloques	0,1	2	0,05	1,17	0,33
Error	0,97	22	0,04		
Total	1,42	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Se determinó que en la variedad amarillo con riego al 100% alcanzando un diámetro superior a las demás variedades, con un diámetro de 6,45 mm, en contraste la de menor desarrollo referente al diámetro del tallo es la variedad blanca con una aplicación del 90 % de riego, con un diámetro de 6,14 mm, aceptando así la hipótesis alternativa como verdadera y descartando la hipótesis nula.

Rivera, M. (2009), citado por Mendoza (2010), manifiesta que: “El diámetro de los cultivos no son considerados dentro de los parámetros de exportación para flores de corte, no siempre un cultivar de gran longitud posee un diámetro mayor, sino que es una cuestión genética, por lo que dentro de las proyecciones de engrosé de los tallos hasta su cosecha, se prevé que éstos tengan un calibre promedio de 7 mm.

Y en comparación con los datos obtenidos los diámetros de las variedades blanco, amarillo, fucsia y aprico no entran en el rango óptimo del calibre del tallo sin embargo la misma no es una característica de relevancia para la exportación.



14.5.5. Días a la cosecha

La cosecha se realizó a los 81 días después del trasplante esto en base a la programación realizada, teniendo en cuenta los estándares de calidad y comercialización para realizarla.

Según RIVERA, M. (2009), “el tiempo que transcurre una vez realizado el trasplante para la cosecha puede varias según el cultivar, aunque la cosecha puede anticiparse si el tamaño de la flor para exportar encaja con los estándares.

la cosecha no se vio influenciada por las láminas de riego debido a que cumplió con dichos requerimientos simultáneamente.



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

14.5.6. Longitud de la inflorescencia

El análisis de varianza evidenció que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para la longitud de la inflorescencia, arrojando un coeficiente de variación del 7,48 %, y un p-valor de 0,91.

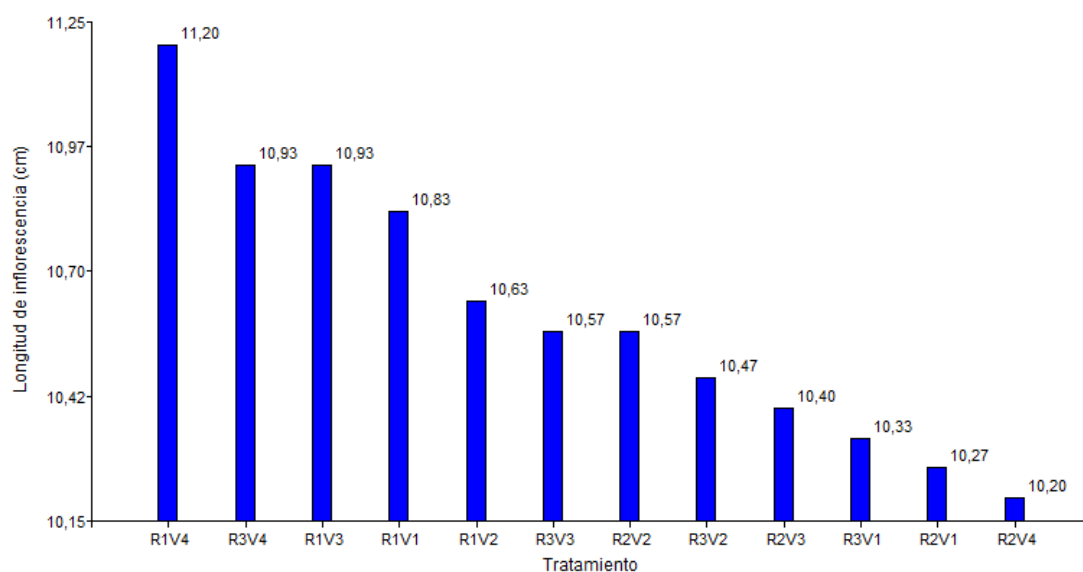
Tabla 22 Análisis de varianza para longitud de la inflorescencia

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	3,19	13	0,25	0,39	0,96
Tratamiento	3,12	11	0,28	0,45	0,91
Bloques	0,07	2	0,04	0,06	0,94
Error	13,87	22	0,63		
Total	17,06	35			

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Aunque el análisis de VARIANZA no evidencia significancia, los valores numéricos determinaron que la variedad aprico con un lamina de riego al 100%, con una vara floral de 11,20 cm, alcanzando una altura superior a las demás variedades, en último lugar en escala de alturas la variedad aprico con una lámina de riego al 90% con una vara floral de 10,20 cm. Es decir, en las variedades amarilla, áprico, blanco y fucsia el suministro de agua proporcionado en el ciclo de cultivo no tuvo mayor variación en la longitud de la vara floral.

Torres Deyci (2012), en su estudio (T-UTC-2133.pdf (en línea) s. f.), menciona del Alelí que: “Lo que es menos conocido es la existencia de las nuevas variedades con varas que alcanzan 1 m. de longitud y que llevan espléndidas inflorescencias de 30-40 cm. con flores dobles”. Por ende, comparado con nuestros resultados podemos constatar que en términos de comercialización nacional e internacional no cumple con los estándares adecuados, siendo inferior a la media.



14.5.7. Eficiencia del uso del agua

Existió tres rangos de eficiencia del uso del agua en el cultivo de alelí en el campus Salache donde el tratamiento T3 (80% ETc) se ubica en el primer rango con un valor de 2148,80 kg/m³, seguido por el tratamiento T2 (90% ETc) con 2073,72 kg/m³ y finalmente en el último rango T1 (100% ETc) con 1749,54 kg/m³. Al analizar la interacción existente entre el rendimiento obtenido en el cultivo de alelí, con el volumen de agua aplicado.

Debido a que bibliográficamente no existe un Kc específico en la zona Ecuatorial para este cultivo, los requerimientos hídricos no son específicos, teniendo

que recurrir a los cultivos de mayor semejanza, además que el agua aplicada al cultivo tiene que ser directamente proporcional a su rendimiento en campo, como medida a la escasez de agua en la zona.

Tabla 23 Eficiencia del uso del agua

Tratamientos	Volumen m3/ha	Total	Rendimiento kg/ha	Eficiencia kg/m3
T1 100% ETC	72,79		130625	1794,54
T2 90% ETC	65,51		135850	2073,72
T3 80% ETC	58,23		125125	2148,80

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

15. CONCLUSIONES

El comportamiento agronómico del cultivo de alelí para altura, número de hojas, largo de la inflorescencia y rendimiento total no se ve afectado por la aplicación de diferentes láminas de riego (100%, 90%, 80%); sin embargo, esto depende directamente de la variedad de alelí del que se trate, en cuanto a la influencia del crecimiento vegetativo del cultivo y acortamiento del ciclo del cultivo no existe una mayor significancia en la producción.

Del estudio realizado se determinó que numéricamente si existen ciertas variables de estudio que cumplen con los estándares de comercialización tanto nacional como internacional siendo; diámetro del tallo (en cuyo caso todos los tratamientos cumplen con los estándares), altura de la planta (en base a los autores

citados y la información recabada se logró determinar que la altura de la mayoría de tratamientos son aptos para su comercialización, exceptuando la variedad de alelí fucsia, amarillo y aprico con un lamina de riego del 90% y 80% de ETc respectivamente) y longitud de la vara floral (se constató que ninguno de los tratamientos lograron cumplir con los estándares establecidos para comercialización nacional o de exportación).

No existe una mayor significancia estadística en cuanto al rendimiento de las diferentes láminas aplicadas, sin embargo, el mayor rendimiento obtenido se alcanzó al aplicar 80% de ETc, con un valor de 2148.80 Kg/m³, mientras que el menor fue 1794.54 Kg/m³ al 100% de ETc.

16. RECOMENDACIONES

Según la FAO 54, en la actualidad no existe un Kc para *Matthiola incana*, por lo que como primera instancia se debería realizar investigaciones enfocadas en determinar y establecer un Kc.

Considerando que el agua es un recurso limitado en la provincia de Cotopaxi y en base a los resultados obtenidos durante tiempo de investigación se recomienda la experimentación con láminas de riego del 50%, 60% y 70% de evapotranspiración, además de un testigo en el cual el manejo agronómico del cultivo sea un reflejo de la producción convencional, para así garantizar la rentabilidad y óptimo rendimiento del cultivo de alelí (*Matthiola incana*).

Se recomienda realizar más estudios enfocados únicamente a una variedad por separado debido a que cada variedad se desarrolla de diferente manera en iguales condiciones, generando así una competencia por su desarrollo óptimo.

17. BIBLIOGRAFÍA

Allen, R., Pereira, L. S., Raes, Dirk., & Smith, Martin. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. FAO 56. <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>

Alvarado, S. (2015). *EL AGUA DE RIEGO Y SU INFLUENCIA EN EL BUEN VIVIR DE LA COMUNIDAD LANGUALÓ GRANDE, PARROQUIA MULALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI.*

CFN. (2022). *FICHA SECTORIAL CULTIVO DE FLORES SUBGERENCIA DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS.*

Cross, S. (2021). *Etapas de crecimiento de la lechuga romana.*

https://www.ehowenespanol.com/etapas-crecimiento-lechuga-romana-info_390318/

darwinfoundation.org. (s. f.). *Lista de Especies de Galápagos*. Fundación Charles Darwin. Recuperado 5 de junio de 2023, de

<https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist>

Dimitri, M. (1972). *Enciclopedia Argentina De Agricultura Y Jardineria* (segunda, Vol. 1). ACME S.A.C.I.

FAO. (2013). *Afrontar la escasez de agua.*

Gómez, J., & Cadena, M. (2017). *VALIDACIÓN DE LAS FÓRMULAS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ETo) PARA COLOMBIA.*

INTAGRI S.C. (2018). *La Eficiencia de Uso del Agua por las Plantas | Intagri S.C.*
<https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-eficiencia-uso-agua-plantas>

- Jocou, A. I., Minué, C. R., & Gandullo, R. (2019). *Matthiola incana* (Brassicaceae): Primer registro de naturalización en Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54(3), 1-10.
- KarelNT. (2018, octubre 26). *Aprende a cultivar al Alhelí, Matthiola incana*. Naturaleza Tropical. <https://naturalezatropical.com/matthiola-incana>
- López-López, R., Arteaga-Ramírez, R., Vázquez-Peña, M. A., López-Cruz, I. L., & Sánchez-Cohen, I. (2009). HUSK TOMATO (Physalis ixocarpa Brot.) PRODUCCIÓN BASED ON IRRIGATION VOLUME AND PLASTIC MULCHING. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(1). <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2009.15.011>
- MAG. (2022). *Sector florícola del Ecuador será el primero del país en convertirse en carbono neutro*. <https://www.ambiente.gob.ec/sector-floricola-del-ecuador-sera-el-primero-del-pais-en-convertirse-en-carbono-neutro/>
- Matthei, O., Marticorena, C., & Stuessy, T. F. (1993). *The adventive flora of the archipelago of Juan Fernandez*.
- Mendoza, J. D. (2010). *Selección del método para obtener flores de corte doble en doce cultivares de Alelí (Matthiola incana)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/362>
- Oudin, L., Hervieu, F., Michel, C., Perrin, C., Andréassian, V., Anctil, F., & Loumagne, C. (2005). Which potential evapotranspiration input for a lumped rainfall–runoff model?: Part 2—Towards a simple and efficient potential evapotranspiration model for rainfall–runoff modelling. *Journal of Hydrology*, 303(1), 290-306. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.08.026>

- Pupiales, I. (2019). *Determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal “El Pueblo” del Sistema de Riego Tumbaco.*
- Ríos, A. (2015). *La agricultura en Cuba. Apuntes históricos.* 5, 64.
- Torres, D. (2012). *EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE TRES PRODUCTOS QUÍMICOS PARA INCREMENTAR LA CALIDAD DE LOS TALLOS EN SEIS VARIETADES DE STOCK (MATHIOLA INCANA) SAQUISÍ – COTOPAXI, 2012.* <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1582/1/T-UTC-2133.pdf>
- Verdeguer, A., Tortosa, A., & Baraja, M. del P. (1999). *Cultivo del Alhelí en Invernadero para Flor Cortada.*
- Verdugo R., G., Montesinos Vásquez, A., Zárate, F., Gonzáles C., Á., Barbosa E., P., Biggi T., M. A., & INIA. (2007). *Producción de flores cortadas V región: Para pequeños(as) productores(as) de la agricultura familiar campesina.*

Anexo 1 Análisis de suelo

MC-LASPA-2201-01

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
 Panamericana Sur Km. 1, S/N Cubuyagua,
 Tln. (02) 3007284 / (02)2554240
 Mail: laboratorio.dsa@inap.gub.ec

INFORME DE ENSAYO No: 23-0227

NOMBRE DEL CLIENTE: Taco Guaman Roberto Alexander
PETICIONARIO: Taco Guaman Roberto Alexander
EMPRESA/INSTITUCION: Taco Guaman Roberto Alexander
DIRECCION: Imbabura

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA: 27/06/2023
HORA DE RECEPCION DE MUESTRA: 8:30
FECHA DE ANALISIS: 03/07/2023
FECHA DE EMISION: 14/07/2023
ANALISIS SOLICITADO: 54

Analisis	Ph	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Z	MO	CO ₂	Textura (%)				IDENTIFICACION																
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural																	
23-1365	8,57	Al	50,96	M	55,70	A	79,37	A	3,91	A	0,84	A	14,53	A	5,84	A	5,8	M	4,0	M	11	B	5	M	2,49	6,93	24,14	21,21	1,14	M					46	43	12	FRANCO	Muestra 1

Analisis	Al ³⁺	Al ²⁺	Na ⁺	C.E. *	N. Total	N-NO ₃ ⁺	K H ₂ O ⁺	P H ₂ O ⁺	Cl ⁻	pH KCl	IDENTIFICACION
Unidad	ppm	ppm	meq/100g	%	ppm	meq/100g	ppm	ppm	ppm		

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA UNICA

ph	Hueto Agua (1:2.5)	P4 Ca Mg	Olsen Modificado
N	Hoforo de Caldo	Ka Na Me Zo v	Olsen Modificado

INTERPRETACION

Elemento		Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
Liq = Liquido Acido	Liq. Alcalino	M = Medio	
Pre = Pres. Neutro	Al = Aluminio	A = Alto	
R = Reservas Cal		T = Trazo (Barr)	

ABREVIATURAS

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

METODOLOGIA UNICA

C.F. = Fecha Inicial
M.O. = Densidad del Material
M.S. = Temperatura de Muestra

INTERPRETACION

Al(M) y No	C.E.	M O y Cl
M = Bajo	MS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino
T = Trazo		M = Medio
		A = Alto

LABORATORISTA: _____ RESPONSABLE DE LABORATORIO: _____

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este es estrictamente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.
 * Opiniones de interpretación, etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Anexo 2 Evapotranspiración de referencia (ETo).

	Latitu de (degr ee):	-0,2	Inverna dero																												
Fecha	Temp eratu re (°C)	Juli an day	teta	cos Gz	Gz	cos OM	O M	Et a	cos Pz	Annual PE (mm/y)	PE (mm/d)																				
5/8/2023	28	1	-0,402	0,9 20	0,4 02	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 86	424,04	4,910																				
5/9/2023	28	2	-0,401	0,9 21	0,4 01	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 86	424,28	4,913																				
5/10/2023	31	3	-0,400	0,9 21	0,4 00	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 86	424,53	5,362																				
5/11/2023	30	4	-0,398	0,9 22	0,3 98	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 87	424,80	5,217																				
5/12/2023	30	5	-0,396	0,9 22	0,3 96	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 87	425,08	5,220																				
5/13/2023	29	6	-0,395	0,9 23	0,3 95	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 88	425,38	5,075																				
5/14/2023	28	7	-0,393	0,9 24	0,3 93	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 88	425,70	4,929																				

5/15/2023	28	8	-0,391	0,9 25	0,3 91	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 89	426,03	4,933
5/16/2023	28	9	-0,388	0,9 26	0,3 88	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 89	426,37	4,937
5/17/2023	28	10	-0,386	0,9 26	0,3 86	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 90	426,73	4,941
5/18/2023	28	11	-0,384	0,9 27	0,3 84	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 90	427,10	4,945
5/19/2023	28	12	-0,381	0,9 28	0,3 81	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 91	427,48	4,950
5/20/2023	28	13	-0,379	0,9 29	0,3 79	0,00 0	1,5 71	1,0 33	0,5 92	427,88	4,954
5/21/2023	28	14	-0,376	0,9 30	0,3 76	0,00 0	1,5 71	1,0 32	0,5 92	428,29	4,959
5/22/2023	28	15	-0,373	0,9 31	0,3 73	0,00 0	1,5 71	1,0 32	0,5 93	428,71	4,964
5/23/2023	28	16	-0,370	0,9 32	0,3 70	0,00 0	1,5 71	1,0 32	0,5 94	429,14	4,969
5/24/2023	28	17	-0,367	0,9 33	0,3 67	0,00 0	1,5 71	1,0 32	0,5 94	429,58	4,974
5/25/2023	28	18	-0,364	0,9 35	0,3 64	0,00 0	1,5 71	1,0 32	0,5 95	430,03	4,979
5/26/2023	28	19	-0,361	0,9 36	0,3 61	0,00 0	1,5 71	1,0 32	0,5 96	430,49	4,985
5/27/2023	28	20	-0,357	0,9 37	0,3 57	0,00 0	1,5 71	1,0 31	0,5 96	430,96	4,990
5/28/2023	28	21	-0,354	0,9 38	0,3 54	0,00 0	1,5 71	1,0 31	0,5 97	431,43	4,996
5/29/2023	31	22	-0,350	0,9 39	0,3 50	0,00 0	1,5 71	1,0 31	0,5 98	431,92	5,456
5/30/2023	28	23	-0,346	0,9 41	0,3 46	0,00 0	1,5 71	1,0 31	0,5 99	432,41	5,007
5/31/2023	28	24	-0,343	0,9 42	0,3 43	0,00 0	1,5 71	1,0 31	0,6 00	432,90	5,013
6/1/2023	31	25	-0,339	0,9 43	0,3 39	0,00 0	1,5 71	1,0 30	0,6 00	433,40	5,475
6/2/2023	28	26	-0,335	0,9 45	0,3 35	0,00 0	1,5 71	1,0 30	0,6 01	433,91	5,024

6/3/2023	28	27	-0,331	0,9 46	0,3 31	0,00 0	1,5 71	1,0 30	0,6 02	434,42	5,030
6/4/2023	28	28	-0,326	0,9 47	0,3 26	0,00 0	1,5 71	1,0 30	0,6 03	434,93	5,036
6/5/2023	27	29	-0,322	0,9 49	0,3 22	0,00 0	1,5 71	1,0 29	0,6 04	435,44	4,889
6/6/2023	26	30	-0,318	0,9 50	0,3 18	0,00 0	1,5 71	1,0 29	0,6 05	435,96	4,742
6/7/2023	26	31	-0,313	0,9 51	0,3 13	0,00 0	1,5 71	1,0 29	0,6 06	436,48	4,748
6/8/2023	27	32	-0,309	0,9 53	0,3 09	0,00 0	1,5 71	1,0 28	0,6 07	437,00	4,907
6/9/2023	26	33	-0,304	0,9 54	0,3 04	0,00 0	1,5 71	1,0 28	0,6 07	437,51	4,759
6/10/2023	28	34	-0,299	0,9 56	0,2 99	0,00 0	1,5 71	1,0 28	0,6 08	438,03	5,072
6/11/2023	25	35	-0,294	0,9 57	0,2 94	0,00 0	1,5 71	1,0 27	0,6 09	438,54	4,616
6/12/2023	25	36	-0,289	0,9 58	0,2 89	0,00 0	1,5 71	1,0 27	0,6 10	439,05	4,622
6/13/2023	28	37	-0,284	0,9 60	0,2 84	0,00 0	1,5 71	1,0 27	0,6 11	439,56	5,090
6/14/2023	28	38	-0,279	0,9 61	0,2 79	0,00 0	1,5 71	1,0 26	0,6 12	440,06	5,095
6/15/2023	25	39	-0,274	0,9 63	0,2 74	0,00 0	1,5 71	1,0 26	0,6 13	440,56	4,637
6/16/2023	25	40	-0,269	0,9 64	0,2 69	0,00 0	1,5 71	1,0 26	0,6 14	441,05	4,643
6/17/2023	25	41	-0,263	0,9 65	0,2 63	0,00 0	1,5 71	1,0 25	0,6 15	441,54	4,648
6/18/2023	24	42	-0,258	0,9 67	0,2 58	0,00 0	1,5 71	1,0 25	0,6 16	442,01	4,498
6/19/2023	24	43	-0,253	0,9 68	0,2 53	0,00 0	1,5 71	1,0 25	0,6 16	442,48	4,502
6/20/2023	24	44	-0,247	0,9 70	0,2 47	0,00 0	1,5 71	1,0 24	0,6 17	442,95	4,507
6/21/2023	24	45	-0,241	0,9 71	0,2 41	0,00 0	1,5 71	1,0 24	0,6 18	443,40	4,512

6/22/2023	24	46	-0,236	0,9 72	0,2 36	0,00 0	1,5 71	1,0 23	0,6 19	443,84	4,516
6/23/2023	24	47	-0,230	0,9 74	0,2 30	0,00 0	1,5 71	1,0 23	0,6 20	444,27	4,521
6/24/2023	24	48	-0,224	0,9 75	0,2 24	0,00 0	1,5 71	1,0 23	0,6 21	444,69	4,525
6/25/2023	24	49	-0,218	0,9 76	0,2 18	0,00 0	1,5 71	1,0 22	0,6 22	445,10	4,529
6/26/2023	25	50	-0,212	0,9 78	0,2 12	0,00 0	1,5 71	1,0 22	0,6 22	445,49	4,689
6/27/2023	24	51	-0,206	0,9 79	0,2 06	0,00 0	1,5 71	1,0 21	0,6 23	445,87	4,537
6/28/2023	24	52	-0,200	0,9 80	0,2 00	0,00 0	1,5 71	1,0 21	0,6 24	446,24	4,541
6/29/2023	25	53	-0,194	0,9 81	0,1 94	0,00 0	1,5 71	1,0 20	0,6 25	446,59	4,701
6/30/2023	25	54	-0,187	0,9 82	0,1 87	0,00 0	1,5 71	1,0 20	0,6 25	446,93	4,705
7/1/2023	24	55	-0,181	0,9 84	0,1 81	0,00 0	1,5 71	1,0 19	0,6 26	447,25	4,551
7/2/2023	24	56	-0,175	0,9 85	0,1 75	0,00 0	1,5 71	1,0 19	0,6 27	447,56	4,554
7/3/2023	24	57	-0,168	0,9 86	0,1 68	0,00 0	1,5 71	1,0 19	0,6 28	447,84	4,557
7/4/2023	20	58	-0,162	0,9 87	0,1 62	0,00 0	1,5 71	1,0 18	0,6 28	448,11	3,931
7/5/2023	20	59	-0,155	0,9 88	0,1 55	0,00 0	1,5 71	1,0 18	0,6 29	448,37	3,933
7/6/2023	22	60	-0,149	0,9 89	0,1 49	0,00 0	1,5 71	1,0 17	0,6 30	448,60	4,250
7/7/2023	22	61	-0,142	0,9 90	0,1 42	0,00 0	1,5 71	1,0 17	0,6 30	448,82	4,252
7/8/2023	21	62	-0,136	0,9 91	0,1 36	0,00 0	1,5 71	1,0 16	0,6 31	449,01	4,096
7/9/2023	22	63	-0,129	0,9 92	0,1 29	0,00 0	1,5 71	1,0 16	0,6 31	449,19	4,255
7/10/2023	22	64	-0,122	0,9 93	0,1 22	0,00 0	1,5 71	1,0 15	0,6 32	449,34	4,257

7/11/2023	21	65	-0,116	0,9 93	0,1 16	0,00 0	1,5 71	1,0 15	0,6 32	449,48	4,100
-----------	----	----	--------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------	-------

Elaborado por: Taco & Titisunta (2923).

Anexo 3 Preparación del suelo



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Anexo 4 Formación de platabandas



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Anexo 5 Trasplante



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Anexo 6 Sistema de Riego



Elaborado por: Taco & Titisunta (2023)

Anexo 7 Coeficiente basal del cultivo K_c .

CUADRO 12

Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, K_c , y alturas medias máximas de las plantas para cultivos no estresados y bien manejados en climas sub-húmedos ($HR_{\min} \approx 45\%$, $u_2 \approx 2 \text{ m s}^{-1}$) para usar en la fórmula de la FAO Penman-Monteith ET_o .

Cultivo	$K_{c,ini}^1$	$K_{c,med}$	$K_{c,fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
a. Hortalizas Pequeñas	0,7	1,05	0,95	
Brécol (Brócoli)		1,05	0,95	0,3
Col de Bruselas		1,05	0,95	0,4
Repollo		1,05	0,95	0,4
Zanahoria		1,05	0,95	0,3
Coliflor		1,05	0,95	0,4
Apio (Céleri)		1,05	1,00	0,6
Ajo		1,00	0,70	0,3
Lechuga		1,00	0,95	0,3
Cebolla		1,05	0,75	0,4
– seca		1,00	1,00	0,3
– semilla		1,05	0,80	0,5
Espinaca		1,00	0,95	0,3
Rábano		0,90	0,85	0,3
b. Hortalizas– Familia de la Solanáceas	0,6	1,15	0,80	
Berenjena		1,05	0,90	0,8
Pimiento Dulce (campana)		1,05 ²	0,90	0,7
Tomate		1,15 ²	0,70–0,90	0,6

Fuente: serie FAO y drenajes N. 24.

Anexo 8 Tiempo de riego por tratamiento durante el ciclo del cultivo.

Tiempo de riego 100% Etc		Tiempo de riego 90% Etc		Tiempo de riego 80% Etc	
Horas	Hora/min/seg	Horas	Hora/min/seg	Horas	Hora/min/seg
0.0	0:00:50	0.012	0:00:45	0.011	0:00:40
0.0	0:00:52	0.013	0:00:47	0.012	0:00:42
0.0	0:01:00	0.015	0:00:54	0.013	0:00:48
0.0	0:01:02	0.015	0:00:55	0.014	0:00:49
0.0	0:01:05	0.016	0:00:58	0.014	0:00:52
0.0	0:01:06	0.016	0:00:59	0.015	0:00:53
0.0	0:01:07	0.017	0:01:00	0.015	0:00:53
0.0	0:01:10	0.017	0:01:03	0.015	0:00:56
0.0	0:01:12	0.018	0:01:05	0.016	0:00:58
0.0	0:01:15	0.019	0:01:08	0.017	0:01:00
0.0	0:01:18	0.020	0:01:10	0.017	0:01:03
0.0	0:01:21	0.020	0:01:13	0.018	0:01:05
0.0	0:01:24	0.021	0:01:16	0.019	0:01:07
0.0	0:01:27	0.022	0:01:18	0.019	0:01:10
0.0	0:01:30	0.022	0:01:21	0.020	0:01:12
0.0	0:01:33	0.023	0:01:24	0.021	0:01:14
0.0	0:01:36	0.024	0:01:26	0.021	0:01:17
0.0	0:01:39	0.025	0:01:29	0.022	0:01:19
0.0	0:01:42	0.025	0:01:32	0.023	0:01:21
0.0	0:01:45	0.026	0:01:34	0.023	0:01:24
0.0	0:01:48	0.027	0:01:37	0.024	0:01:26
0.0	0:02:01	0.030	0:01:49	0.027	0:01:37
0.0	0:01:54	0.028	0:01:42	0.025	0:01:31
0.0	0:01:57	0.029	0:01:45	0.026	0:01:33
0.0	0:02:10	0.033	0:01:57	0.029	0:01:44
0.0	0:02:03	0.031	0:01:50	0.027	0:01:38
0.0	0:02:06	0.031	0:01:53	0.028	0:01:41
0.0	0:02:09	0.032	0:01:56	0.029	0:01:43
0.0	0:02:08	0.032	0:01:55	0.028	0:01:42
0.0	0:02:07	0.032	0:01:54	0.028	0:01:41
0.0	0:02:09	0.032	0:01:57	0.029	0:01:44
0.0	0:02:17	0.034	0:02:03	0.030	0:01:49
0.0	0:02:15	0.034	0:02:02	0.030	0:01:48
0.0	0:02:27	0.037	0:02:12	0.033	0:01:58
0.0	0:02:16	0.034	0:02:03	0.030	0:01:49
0.0	0:02:19	0.035	0:02:05	0.031	0:01:51
0.0	0:02:36	0.039	0:02:21	0.035	0:02:05
0.0	0:02:39	0.040	0:02:23	0.035	0:02:07
0.0	0:02:28	0.037	0:02:13	0.033	0:01:58
0.0	0:02:31	0.038	0:02:15	0.033	0:02:00
0.0	0:02:33	0.038	0:02:18	0.034	0:02:03
0.0	0:02:31	0.038	0:02:16	0.034	0:02:01
0.0	0:02:34	0.038	0:02:18	0.034	0:02:03
0.0	0:02:36	0.039	0:02:21	0.035	0:02:05
0.0	0:02:39	0.040	0:02:23	0.035	0:02:07
0.0	0:02:39	0.040	0:02:23	0.035	0:02:07
0.0	0:02:39	0.040	0:02:23	0.035	0:02:07
0.0	0:02:39	0.040	0:02:23	0.035	0:02:07
0.0	0:02:38	0.040	0:02:23	0.035	0:02:07
0.0	0:02:44	0.041	0:02:27	0.036	0:02:11
0.0	0:02:38	0.039	0:02:22	0.035	0:02:06
0.0	0:02:37	0.039	0:02:22	0.035	0:02:06
0.0	0:02:43	0.041	0:02:26	0.036	0:02:10
0.0	0:02:42	0.041	0:02:26	0.036	0:02:10

0.0	0:02:36	0.039	0:02:21	0.035	0:02:05
0.0	0:02:36	0.039	0:02:20	0.035	0:02:05
0.0	0:02:36	0.039	0:02:20	0.035	0:02:05
0.0	0:02:14	0.033	0:02:01	0.030	0:01:47
0.0	0:02:14	0.033	0:02:00	0.030	0:01:47
0.0	0:02:24	0.036	0:02:10	0.032	0:01:55
0.0	0:02:24	0.036	0:02:09	0.032	0:01:55
0.0	0:02:18	0.034	0:02:04	0.031	0:01:50
0.0	0:02:23	0.036	0:02:09	0.032	0:01:54
0.0	0:02:23	0.036	0:02:08	0.032	0:01:54
0.0	0:02:17	0.034	0:02:03	0.030	0:01:50

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Anexo 9 Volumen de riego aplicado durante el ciclo del cultivo.

Días	Volumen en 80%	Volumen en 90%	Volumen en 100%
1	035	040	044
2	037	042	047
3	043	048	054
4	044	049	055
5	045	052	057
6	047	053	058
7	047	053	059
8	049	056	062
9	052	058	064
10	054	060	067
11	056	063	070
12	058	065	072
13	060	067	075
14	062	070	077
15	064	072	080
16	066	074	083
17	068	077	085
18	070	079	088
19	072	081	090
20	074	084	093
21	077	086	096
22	085	097	107
23	081	091	101
24	083	093	104
25	093	104	116
26	087	098	109
27	089	101	112
28	092	103	114
29	091	102	114
30	090	101	113
31	092	104	115
32	097	109	121
33	096	108	120
34	105	118	131
35	097	109	121
36	099	111	124
37	111	125	139
38	113	127	142
39	105	118	131
40	107	120	134
41	109	123	136
42	107	121	134
43	109	123	137
44	111	125	139
45	113	127	141
46	113	127	142
47	113	127	141
48	113	127	141
49	116	131	145
50	112	126	140
51	112	126	140
52	116	130	144
53	115	130	144
54	111	125	139
55	111	125	139
56	111	125	139
57	111	125	139
58	095	107	119
59	095	107	119
60	102	115	128
61	102	115	128
62	098	110	123
63	102	114	127
64	101	114	127
65	097	110	122

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Anexo 10 *Análisis de varianza para el número de hojas a los 60 días.*

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,15097

Error: 1,9881 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
R1V4	31,77	3	0,81 A
R3V3	32,77	3	0,81 A
R3V1	32,93	3	0,81 A
R1V2	33,57	3	0,81 A
R2V3	33,70	3	0,81 A
R2V2	33,77	3	0,81 A
R1V1	33,93	3	0,81 A
R2V1	34,33	3	0,81 A
R3V2	34,53	3	0,81 A
R1V3	34,63	3	0,81 A
R3V4	35,23	3	0,81 A
R2V4	35,23	3	0,81 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Anexo 11 *Análisis de varianza para altura de la planta a los 60 días.*

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=19,42936

Error: 43,5558 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
R3V3	31,70	3	3,81 A
R3V2	32,73	3	3,81 A
R3V4	35,87	3	3,81 A
R2V4	36,63	3	3,81 A
R2V3	38,80	3	3,81 A
R2V2	38,90	3	3,81 A
R1V4	39,27	3	3,81 A
R1V2	39,40	3	3,81 A
R1V3	40,13	3	3,81 A
R1V1	40,57	3	3,81 A
R2V1	41,10	3	3,81 A
R3V1	42,40	3	3,81 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023).

Anexo 12 *Análisis de varianza para diámetro del tallo a los 60 días.*

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61447

Error: 0,0436 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
R2V1	6,14	3	0,12 A
R3V1	6,15	3	0,12 A
R2V2	6,16	3	0,12 A
R3V4	6,17	3	0,12 A
R1V3	6,19	3	0,12 A
R2V4	6,22	3	0,12 A
R3V2	6,31	3	0,12 A
R3V3	6,32	3	0,12 A
R1V4	6,33	3	0,12 A
R2V3	6,37	3	0,12 A
R1V1	6,37	3	0,12 A
R1V2	6,45	3	0,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Taco & Titisunta (2023)