



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE AGRONOMIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN LAS TERRAZAS DE BANCO EN EL CAMPUS SALACHE-UTC, 2023.”

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

Autor:

Burbano Veintimilla Marcos Ismael

Tutora:

Ilbay Yupa Mercy Lucila

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Marcos Ismael Burbano Veintimilla, con cédula de ciudadanía No. 0550257604, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Respuesta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) a la aplicación de tres láminas de riego en las terrazas de banco en el Campus Salache - UTC, 2023”, siendo la Ingeniera Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Tutora del presente trabajo; y, exijo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 18 de agosto del 2023

Marcos Ismael Burbano Veintimilla
Estudiante
C.C. 0550257604

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.
Docente Tutor
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 **BURBANO VEINTIMILLA MARCOS ISMAEL** identificado con cédula de ciudadanía **0550257604** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Doctora. Idalia 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. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Respuesta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) a la aplicación de tres láminas de riego en las terrazas de banco en el Campus Salache - UTC, 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 2017- marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de Mayo del 2023

Tutor: Ingeniera Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa

Tema: “Respuesta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) a la aplicación de tres láminas de riego en las terrazas de banco en el Campus Salache - UTC, 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, **LA 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 **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA 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 **LA 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 **LA 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 18 días del mes de agosto del 2023.

Marcos Ismael Burbano Veintimilla

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. Itálica*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN LAS TERRAZAS DE BANCO EN EL CAMPUS SALACHE - UTC, 2023”, de Burbano Veintimilla Marcos Ismael, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 18 de agosto del 2023

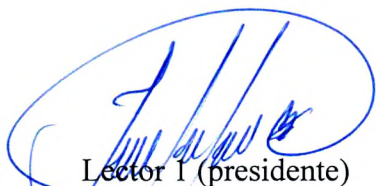

Ing. Mercy Lucia Ibay Tupa, Ph.D.
DOCENTE TUTORA
CC: 0604147900

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

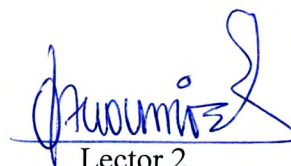
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Burbano Veintimilla Marcos Ismael, con el título de Proyecto de Investigación: **“RESPUESTA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. Itálica*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN LAS TERRAZAS DE BANCO EN EL CAMPUS SALACHE - UTC, 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 los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 18 de agosto del 2023



Lector 1 (presidente)
Ing. Jorge Troya Sarzosa, Ph.D.
CC: 0501645568



Lector 2
Ing. Wilman Paolo Chasi Vizquete, Mg.
CC: 0502409725



Lector 3
Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.
CC: 0501604409

AGRADECIMIENTO

Agradezco a, mi Dios por ser mi motor principal en mi vida y llenarme de sabiduría por haberme otorgado unas personas maravillosas como familia quienes siempre serán mi motor y motivo. A mis padres Nalda Veintimilla Y Marco Burbano, mi hermana Sheyla Burbano, a todos juntos por brindarme su amor, esfuerzo, confianza y apoyarme en cada decisión que he tomado, por enseñarme que siempre debo luchar para conseguir lo que deseamos y nunca perder la fe a levantarse siempre con más fuerza a pesar de cualquier adversidad.

Agradezco profundamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi por acogerme en sus instalaciones de las cuales me llevo un hermoso recuerdo.

Quiero agradecer a cada uno de mis docentes que han sido como amigos, quienes me transmitieron sus conocimientos para mi formación profesional por apoyarnos incondicionalmente, por corregir nuestros errores.

A mi enamorada María Elisa Vallejo por ser esa mujer especial en mi vida siendo un pilar fundamental que me ayudado a poder finalizar esta etapa importante.

Marcos Ismael Burbano Veintimilla.

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación va dedicado con todo mi amor y cariño a mi preciosa mama Nalda Veintimilla, a mi padre Marco Burbano quienes han estado conmigo en todo momento, por darme mi mejor herencia como es mi carrera universitaria para mi futuro, por brindarme cariño, confianza, consejos, valores, fe y el apoyo incondicional.

A mi hermana Sheyla Burbano por ser una hermana especial que estado siempre para ayudarme a mi enamorada Elisa Vallejo por brindarme su ayuda, apoyo, confianza, dedicación por ser parte siempre de todo lo realizado

Mi abuela Lucrecia Veintimilla por brindarme su amor sus palabras de aliento y ser uno de mis ejemplos a siempre trabajar duro en el campo.

A mis ángeles en el cielo que en oración siempre me escuchan y han estado conmigo cuidándome siempre en donde se encuentren he sentido siempre que son mis ángeles guardianes que Dios les tenga en su gloria, mis abuelitos María Burbano y Ángel Veintimilla mi tío Remo Veintimilla quienes me enseñaron a no rendirme y sé que en donde estén ellos están felices por este logro alcanzado sé que están orgullosos por haber culminado esta etapa y estoy seguro que desde el cielo me echan las bendiciones para seguir adelante.

Marcos Ismael Burbano Veintimilla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN LAS TERRAZAS DE BANCO EN EL CAMPUS SALACHE-UTC, 2023.”

AUTOR: Burbano Veintimilla Marcos Ismael

RESUMEN

El cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) es una verdura nativa de estación fría, con temperaturas óptimas para el desarrollo del brócoli, se considera aquellas entre 10 y 20°C (50-68°F). No pueden tolerar la sequía; la calidad del producto final disminuirá significativamente en condiciones de estrés hídrico. La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la “respuesta del cultivo de brócoli (*brassica oleracea* var. *itálica*) a la aplicación de tres láminas de riego en las terrazas N-5 de banco en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2023.” Los tratamientos consistieron en aplicar una lámina al 100% de evapotranspiración de cultivo, y dos láminas deficitarias al 90% y 80% de evapotranspiración de cultivo (Etc), Una vez terminado el trabajo de investigación, se concluye: El análisis de VARIANZA evidencia que existe diferencias significativas a la aplicación de tres láminas de riego. Siendo el tratamiento T3 (80%Etc) el que presentó la mayor altura de la planta (25,19 cm), número de hojas (18,13), largo de hojas (44,27cm) y peso de la pella (0,19kg) respecto al 100% de ETC y 90% ETC. Una menor lámina de agua (T3) da una mejor respuesta en el desarrollo del cultivo de brócoli; así como su rendimiento. Evaluando la eficiencia del agua en el cultivo de brócoli en zonas semiáridas como Salache evidencia que el T3 presentó la mejor eficiencia en el uso del agua (4.43kg/m³), ya que se requiere una menor cantidad de agua para producir casi el doble del T1 (2.61 kg/m³). bajo riego localizado de alta frecuencia en el cultivo de Brócoli. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con 3 repeticiones en las terrazas de banco. Los resultados obtenidos permitieron identificar las fases fenológicas del brócoli. El análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% determinó que no existen diferencias significativas en la altura, número de hojas, largo de la hoja y peso de la pella a los 30, 60 y 90 días del cultivo. Decir, la aplicación de las tres láminas no influye en el desarrollo del cultivo de brócoli hasta el día de la cosecha.

Palabras claves: láminas de riego, evapotranspiración del cultivo, etapa fenológica, Brócoli.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “RESPONSE OF BRÓCOLI CROP (*Brassica oleracea var. Italica*) TO THE APPLICATION OF THREE DEFICITTED IRRIGATION LINES IN THE BENCH TERRACES AT THE CAMPUS SALACHE-UTC, 2023.”

AUTHOR: Burbano Veintimilla Marcos Ismael

ABSTRACT

Broccoli (*Brassica oleracea var. Italica*) is a native cool-season vegetable, with optimum temperatures for broccoli development considered to be between 10 and 20°C (50-68°F). They cannot tolerate drought; the quality of the final product will decrease significantly under water stress conditions. The present research has as its main objective to evaluate the "response of broccoli (*brassica oleracea var. italica*) crop to the application of three irrigation sheets in N-5 bench terraces in Salache campus, Latacunga canton, Cotopaxi province 2023". The treatments consisted of applying one sheet at 100% of crop evapotranspiration, and two deficit sheets at 90% and 80% of crop evapotranspiration (Etc), Once the research work was completed, it was concluded: The analysis of VARIANCE shows that there are significant differences in the application of three irrigation sheets. Treatment T3 (80% ETc) presented the greatest plant height (25.19 cm), number of leaves (18.13), leaf length (44.27 cm), and weight of the plant (0.19 kg) with respect to 100% ETc and 90% ETc. A lower water sheet (T3) gives a better response in broccoli crop development; as well as its yield. Evaluating water efficiency in broccoli cultivation in semiarid areas such as Salache, it is evident that T3 presented the best water use efficiency (4.43kg/m³), since a lower amount of water is required to produce almost twice the amount of T1 (2.61 kg/m³). under high-frequency localized irrigation in broccoli cultivation. The experimental design was a completely randomized block design with 3 replications. The results obtained allowed the identification of the phenological stages of broccoli. The analysis of variance and Tukey's test at 5% determined that there were no significant differences in the height, number of leaves, leaf length, and pellet weight at 30, 60, and 90 days of cultivation. In other words, the application of the three sheets does not influence the development of the broccoli crop until the day of harvest.

Keywords: Irrigation Sheets, Crop Evapotranspiration, Phenological Stage, Broccoli.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE IMAGENES.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	4
5.1. Beneficiarios directos	4
5.2. Beneficiarios indirectos	4
6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
7. OBJETIVOS.....	6
7.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
9. HIPÓTESIS	8
10. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
10.1. Descripción taxonómica.....	8
10.1.1. Descripción Botánica	9
10.1.2. Raíz	9
10.1.3. Hojas	9
10.1.4. Tallo	9
10.1.5. Brotes	10
10.1.6. Flor.....	10
10.2. Exigencias del cultivo	10

10.2.1.	Suelo	10
10.2.2.	Agua.....	11
10.2.3.	Escardas	11
10.2.4.	Aporcado.....	11
10.2.5.	Fertilización	11
10.3.	Riego en el cultivo de <i>Brócoli Legacy</i>	12
10.4.	Riego por goteo en el <i>Brócoli Legacy</i>	12
10.5.	Estimación del ahorro del uso del agua.....	12
10.6.	Eficiencia del uso del agua (EUA).	13
10.7.	Riego Deficitario.	13
10.8.	Riego Deficitario de alta frecuencia.....	13
10.9.	Bases científicas de la temática	13
10.9.1.	Evapotranspiración	13
10.10.	Procesos de Evapotranspiración.....	13
10.10.1.	Evaporación	13
10.10.2.	Transpiración	14
10.10.3.	Evapotranspiración	14
10.10.4.	Conceptos de evapotranspiración	14
10.10.5.	Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo)	14
10.10.6.	Evapotranspiración del cultivo (ETc)	14
10.11.	Métodos para determinar la evapotranspiración	14
10.11.1.	Tanque evaporímetro clase A	14
10.11.2.	Coefficiente único del cultivo	15
11.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	15
11.1.	Ubicación del ensayo	15
11.2.	Parámetros climáticos de la zona	15
11.3.	Tanque evaporímetro clase A.....	16
11.4.	Materiales, Equipos y Herramientas	16
11.4.1.	Insumos	16
11.4.2.	Materiales de Escritorio	17
11.4.3.	Herramientas	17
11.5.	Modalidad de la investigación	17
11.6.	Métodos.....	17
11.6.1.	Método Deductivo	17
11.6.2.	Método Inductivo.....	17
11.7.	Variables.....	18
11.7.1.	Variable dependiente	18

11.7.2.	Variable independiente	18
11.8.	Estadística.....	18
11.8.1.1.	Técnicas.....	18
11.9.	Diseño experimental.....	18
11.9.1.	Esquema del análisis de la Varianza.....	19
11.9.2.	Diseño completo al azar.....	19
11.9.3.	Comparador y tabla de Tukey.....	20
11.10.	Población y Muestra.....	20
11.10.1.	Características del suelo.....	21
11.10.2.	Condiciones climáticas	21
11.10.3.	Componentes del sistema de riego.....	21
11.11.	Parámetros de riego.....	22
11.11.1.	Evapotranspiración de referencia (ET _o)	22
10.7.2.	Evapotranspiración del cultivo ET _c	23
11.12.	Láminas de riego aplicar	23
11.12.1.	Lámina neta.....	23
11.12.2.	Lámina bruta.....	23
11.12.3.	Eficiencia del sistema de riego	24
11.12.4.	Relación Transpiración (RT)	24
11.12.5.	Coefficiente de uniformidad.....	24
11.13.	Dosis de riego.....	25
11.14.	Tiempo de riego	25
11.15.	Precipitación del emisor	25
11.16.	Frecuencia de riego	26
11.17.	Volumen de agua.....	26
11.18.	Manejo Agronómico del ensayo	26
11.18.1.	Preparación del suelo	26
11.18.2.	Formación de platabandas	26
11.18.3.	Trazado del terreno	27
11.18.4.	Trasplante.....	27
11.18.5.	Riego.....	27
11.18.6.	Control de malezas.....	27
11.18.7.	Fertilización	27
11.18.8.	Control de plagas	28
11.18.9.	Cosecha.....	31
11.19.	Variables a evaluar	31
11.19.1.	Peso de la pella	31

10.7.6. Eficiencia del uso del agua (EUA)	31
11.19.2. Numero de hojas	32
11.19.3. Altura	32
11.19.4. Largo de la hoja	32
11.19.5. Porcentaje de trasplante	32
12. RESULTADOS	33
12.1. Parámetros de riego	33
12.1.1. Evapotranspiración de referencia (Eto) Evapotranspiración del cultivo (ETc) 33	
12.1.2. La gráfica 1 nos muestra que la evapotranspiración del cultivo se incrementó del mes de mayo hasta el mes de junio días después de la siembra debido al intenso uso del agua por la etapa del desarrollo. Obteniendo un valor promedio de 2.97 mm/día, la variación de referencia y del cultivo se debe a los cambios en las condiciones climáticas, donde los puntos altos corresponden a los días calurosos y los más bajos en días fríos. .	33
12.2. Porcentaje de supervivencia del brócoli.....	34
12.3. COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DEL CULTIVO DE (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Itálica</i> .).....	35
12.3.1. Descripción de la Etapa fenológica del cultivo.	35
12.3.2. Altura de la planta.....	36
12.3.3. 1.2 Altura de la planta a los 30 días	36
12.3.4. Altura de la planta a los 60 días	36
12.3.5. Altura de la planta a los 90 días	37
12.3.6. Número de hojas a los 30 días	38
12.3.7. Número de hojas a los 60 días	39
12.3.8. Número de hojas a los 90 días	40
12.3.9. Largo de la hoja a los 30 días	41
12.3.10. Largo de la hoja a los 60 días	42
12.3.11. Largo de la hoja a los 90 días	43
12.3.12. Peso de la pella en la cosecha	44
12.4. EFICIENCIA DEL AGUA EN EL CULTIVO DE <i>BRÓCOLI</i> EN ZONAS SEMIÁRIDAS.....	45
13. CONCLUSIONES.....	46
14. RECOMENDACIONES	46
15. BIBLIOGRAFIAS.....	47
16. ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	7
Tabla 2. Taxonomía.....	9
Tabla 3. Condiciones Agro meteorológicas.....	10
Tabla 4. Esquema del análisis de varianza	19
Tabla 5. Tratamientos en estudio.....	19
Tabla 6. Composición química del Evergreen.....	32
Tabla 7. Cuadro de análisis de varianza	36
Tabla 8. Cuadro de análisis de varianza	37
Tabla 9. Cuadro de análisis de varianza	38
Tabla 10. Cuadro de análisis de varianza	39
Tabla 11. Cuadro de análisis de varianza	40
Tabla 12. Cuadro análisis de varianza	41
Tabla 13. Cuadro de varianza	42
Tabla 14. Cuadro análisis de varianza	43
Tabla 15. Cuadro análisis de varianza	44

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del ensayo (Google maps, 2023).....	15
Imagen 2. Diseño del Experimento	20
Imagen 3. Sistema de riego.....	22
Imagen 4. Presencia de <i>Pieris brassicae</i>	29
Imagen 5. Presencia de Palomilla.....	30
Imagen 6. Presencia de Pulgón.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Hipótesis alternante.....	8
Figura 2. Descripción Botánica.....	10
Figura 3. Fertilización por Ha	11
Figura 4. Manejo de fertilizante	28
Figura 5. Porcentaje de supervivencia.....	34
Figura 6. Etapa Fenológica.....	35
Figura 8. Altura de la planta a los 30 días	36
Figura 9. Altura de la planta a los 60 días	37
Figura 10. Altura de la planta a los 90 días	38
Figura 11. Número de hojas a los 30 días	39
Figura 12. Número de hojas a los 60 días	40
Figura 13. Número de hojas a los 90 días	41
Figura 14. Largo de la hoja a los 30 días.....	42
Figura 15. Largo de la hoja a los 60 días.....	43
Figura 16. Largo de la hoja a los 90 días.....	44
Figura 17. Peso de la pella en la cosecha	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Adquisición de las plántulas.	51
Anexo 2. Componentes del sistema de riego.	52
Anexo 3. Coeficiente del tanque evaporímetro (Kp)	53
Anexo 4. Trasplante	54
Anexo 5. Aplicación de riego por goteo	54
Anexo 6. Toma de datos (Evapotranspiración 7am)	55
Anexo 7. Toma de datos (altura, largo de la hoja, número de hojas).....	56
Anexo 8. Coeficiente basal del cultivo Kc	57
Anexo 9. Fertilización	58
Anexo 10. Tiempo de riego por tratamiento durante el ciclo del cultivo de <i>Brassica oleracea</i> <i>var. Itálica.</i>	58
Anexo 11. Cosecha.....	63
Anexo 12. Peso de la pella	64
Anexo 13. Hoja de vida del Tutor	65
Anexo 14. Hoja de vida del estudiante.....	69
Anexo 15. Aval del Traductor,.....	70

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del proyecto:

“Respuesta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) a la aplicación de tres láminas de riego en las terrazas de banco en el Campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2023.”

Tipo de proyecto: La investigación es de tipo experimental.

Fecha de inicio:

Abril 2023

Fecha de finalización:

Agosto 2023

Lugar de ejecución:

Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi campus Salache.

Carrera que auspicia:

Agronomía

Proyecto de investigación vinculado:

Cambio climático

Equipo de trabajo:

Responsable del proyecto:

- **Tutor:** Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.
- **Lector 1:** Ing. Troya Sarzosa Jorge Fabian
- **Lector 2:** Ing. Chasi Vizuete Wilman Paolo
- **Lector 3:** Ing. Yauli Chicaiza Guido Euclides

Coordinador del proyecto:

Marcos Ismael Burbano Veintimilla.

- **Teléfonos:** 0987714447
- **Correo electrónico:** marcos.burbano7604@utc.edu.ec

Área de conocimiento:

Agricultura, Silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Análisis conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub línea de investigación:

Agua y suelos.

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

2. INTRODUCCIÓN

El brócoli comenzó a cultivarse en la década de 1980 en parcelas de pequeños agricultores. Actualmente, la producción de brócoli en el Ecuador se ha incrementado significativamente, cuando en 2005 y 2013 esta hortaliza alcanzó el mayor volumen de exportación (13%/año). El brócoli legacy (*Brassica oleracea var. Itálica.*), un cultivo que se cultiva principalmente en invierno y primavera, envejece rápidamente a los pocos días de la cosecha, tiene un sabor muy desagradable y pierde algunas de sus propiedades. Para evitarlo, un equipo de expertos de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), la Universidad de Extremadura (UNEX) y la Universidad de Foggia (Italia) han desarrollado un nuevo envase de polipropileno micro perforado para prolongar su vida útil. Este artículo explica cómo proteger el brócoli del deterioro y de qué están hechos los productos del Grupo IV. (Chavarrías, 2013).

Como la mayoría de las plantas de esta familia, necesita humedad constante y moderada, pero debe estar bien drenada para evitar el encharcamiento. En otoño e invierno, los riegos se pueden hacer con varios días de diferencia. También tienes la opción de una gestión más directa con un sistema de riego por goteo. El brócoli en verano necesita riego diario.

El brócoli legacy es una planta anual de 0,60 a 1 m de altura, formando una cabeza compacta (pella) de 15 cm de diámetro, que es un grupo de flores jóvenes. Las cabezas son verdes con diferentes tonalidades Existen también variedades de brócoli cuyas cabezas son de color púrpura y de distintas formas.

El brócoli se adapta mejor a un suelo bien drenado, aunque puede prosperar en una variedad de texturas de suelo. Se han observado rendimientos aceptables en suelos arenosos e incluso en suelos ricos en humus. Al sembrar semillas en suelo arcilloso, es necesario preparar el suelo cuidadosamente con un buen sustrato para una siembra directa efectiva. (Zamora, Everardo, 2016)

En Ecuador, el mercado de exportación de brócoli congelado está dominado por solo tres agro negocios: PROVEFRUT, NOVA y ECOFROZ. Los dos primeros están en la provincia de Cotopaxi y el último en Pichincha. Las respuestas interesantes pueden ser proporcionadas por lo que está sucediendo en el área donde ha florecido este proceso. Proponemos la descripción y posteriores reflexiones como posibles hipótesis para ser contrastadas y profundizadas posteriormente, pero con el convencimiento de que ya pueden servir de base para la acción. (François Houtart, 2013)

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el siguiente proyecto se llevó a cabo la implementación del cultivo de (*Brassica oleracea* var. *Itálica*.) en la terraza N°5 y la ejecución de láminas de riego en la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2023, con el fin de entender el manejo del agua en el proyecto del cultivo y para garantizar la necesidad de los sistemas de producción en *brócoli legacy*.

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Ecuador recientemente ha sido conocido en el mundo principalmente por sus camarones, pero hay otros productos como el brócoli que también están conquistando el mercado internacional, especialmente en Japón. Junto con otras verduras, el brócoli es muy importante en la nutrición humana, su valor nutritivo se debe principalmente a su alto contenido en vitaminas y minerales, es fuente de vitamina A, potasio, hierro y otros nutrientes, excelente fibra, y además muy rico en carbohidratos y carbono, proteínas y grasas. (ZAMBRANO, 2023).

Las exportaciones totales de productos agropecuarios y agroindustriales no aumentaron, pero hay partidas destacadas entre las enumeradas en este informe.

El brócoli es un producto único con gran potencial de exportación debido a su creciente demanda mundial. La producción de brócoli aumentó un 41,88% entre 2000 y 2012, pasando de 14.989.000 toneladas producidas en 2000 a 21.266.789 toneladas en 2012; representando así una tendencia positiva durante este período con un crecimiento anual promedio de 2.99%.

Con el tiempo, la cantidad de agua de riego disminuye gradualmente, principalmente debido a la mala calidad se han dado usos de forma exagerada o en cantidades inferiores a las necesarias para la agricultura, se trabaja en la optimización del uso del agua para que se utilice solo en el momento adecuado y en la cantidad necesaria diseñar, mejorar uso eficiente del agua.

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

5.1. Beneficiarios directos

Estudiante autor de la investigación

5.2. Beneficiarios indirectos

Los docentes y estudiantes de la carrera de agronomía, de la misma forma la Universidad Técnica de Cotopaxi como gestora del proyecto de investigación, ciudadana en general, profesionales nutricionales y profesionales en la agricultura en especial a los productores de *brócoli legacy* ya existentes en la provincia.

6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La producción de brócoli en Ecuador ha mostrado un importante impulso en los últimos años, convirtiéndose en el principal producto de exportación no tradicional. (APROFEL, 2007)

El brócoli reacciona a los fertilizantes nitrogenados; sin embargo, el exceso de nitrógeno provoca tallos huecos. Es importante asegurar la salida suficiente fósforo y potasio. Los fertilizantes químicos correctamente utilizados no causan residuos tóxicos en la planta, puesto que están compuestos de nutrientes que pasan a ser elementos integrantes de la estructura química de la planta. (SALAZAR, 1999)

Uno de los principales problemas es el inadecuado control agronómico sobre el cultivo de brócoli, lo que genera molestias a los agricultores porque, esto empeora la condición de los vegetales y por lo tanto reduce las ganancias. La importancia de subdividir los cultivos para garantizar altos rendimientos y la respuesta adecuada del cultivo al agricultor.

Las pérdidas de calidad del rendimiento a menudo superan el 50 %, y para los cultivos de crucíferas, analizar los nutrientes suficientes y ajustar las proporciones y proporciones de los componentes en consecuencia todavía se considera excesivo en términos científicos, mientras que la agricultura moderna ha comenzado a aplicar conceptos como el análisis de nutrientes estandarizados, la fertilización, el composición y dosificación, ciclos de nitrógeno y carbono, y reciclaje de nutrientes. (ARON, 2021)

7. OBJETIVOS

7.1.OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres láminas de riego deficitario en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*) en la terraza N°5 en el campus Salache – UTC, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2023”.

7.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el comportamiento agronómico del cultivo.
- Evaluar la eficiencia del agua en el cultivo de *brócoli* en zonas semiáridas.

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

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

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	VERIFICACIÓN
<p>Evaluar tres láminas de riego deficitario en el cultivo de Brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Itálica</i>) en la terraza N°5 en el campus Salache – UTC, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2023”.</p>	<p>VARIABLES A MEDIR CADA POR MES.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altura de planta. - Número de hojas. - Largo de la hoja. - Peso de la pella. - Toma de datos de evapotranspiración. - Recolección de datos. - Procesamiento en la base de datos. <p>Manejo adecuado del cultivo</p>	<p>Determinación del tiempo de riego en las variables planteadas.</p> <p>Diferencias estadísticas en el comportamiento agronómico del cultivo.</p> <p>La mejor lámina de riego en brócoli.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer el efecto de las láminas de riego aplicadas en el desarrollo del cultivo. - Fotos / libreta de campo. - Libreta de campo. - Análisis estadístico.
<p>Evaluar la eficiencia del agua en el cultivo de <i>brócoli</i> en zonas semiáridas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar la cosecha. - Calcular el promedio del peso de la pella del cultivo. 	<p>Eficiencia del uso del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Libreta de campo - Análisis estadístico.

Elaborado por. (Burbano Marcos 2023)

9. HIPÓTESIS

Que la lámina al 80% de Etc evidencia el mejor desarrollo en el cultivo.

Figura 1. Hipótesis alternante

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

Elaborado por. Burbano Marcos (2023)

10. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las plantas de *Brócoli Legacy* tienen un sistema de raíces que no penetra más de 30 cm, especialmente al trasplantarlo, riégalo ligeramente y con frecuencia para permitir que la planta crezca. El desequilibrio de humedad debe evitarse tanto como sea posible provocando una maduración temprana. El brócoli puede necesitar una hoja llena de agua unos 50 cm por temporada, otoño e invierno, alcanzando la mayor demanda de agua al inicio de la formación de la cabeza o pétalo de la flor, así como durante su desarrollo. El brócoli puede requerir de 6 a 8 riegos durante la temporada. Dependiendo de la fecha de siembra, los requerimientos de agua variarán. (Zamora, 2016)

Independientemente del tamaño de la plantación, el brócoli necesita mucha agua. Sin embargo, es importante que el suelo sea lo suficientemente permeable para retener la humedad y libre de charcos. El riego se puede rociar o gotear. Sin embargo, durante la floración, es necesario realizar un riego por goteo (Admin, 2020).

10.1. Descripción taxonómica

El brócoli legacy es una dicotiledónea anual perteneciente a la familia Cruciferae, conocida como *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck (Toledo H., 2003).

Tabla 2. Taxonomía

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	Brassica
Especie	<i>Brassica oleracea</i>
Subespecie	<i>Brassica oleracea var. italica</i>

Elaborado por. (Burbano Marcos 2023)

10.1.1. Descripción Botánica

El brócoli legacy tiene un sistema de raíces profundas con muchas raíces accesorias. Esta es una planta anual con un crecimiento pronunciado, el tallo principal termina en una masa esférica de brotes demasiado grandes que forman el brote principal. Los botones florales pueden crecer en las axilas de las hojas, más pequeños que el botón principal y alternados.

Las inflorescencias son de color verde, gris o morado, según la variedad. La densidad de esta inflorescencia es menor que la de la coliflor (los pétalos están más extendidos). Es un polinizador alegado, por lo que la presencia de polinizadores es necesaria para la producción de semillas (Díaz, 2016)

10.1.2. Raíz

La raíz principal es la raíz primaria, que puede penetrar hasta una profundidad de 1,20 m, las raíces secundarias son numerosas y abundantes (MARTINEZ, 2004)

10.1.3. Hojas

Tiene de 15 a 30 hojas grandes, cada una de unos 50 cm de largo y 30 cm de ancho. Las hojas son lobuladas y el pecíolo es más grande que el de la coliflor o la coliflor. La superficie de las hojas está representada por una cutícula cerosa bien desarrollada e impenetrable. (Gallo, 2023)

10.1.4. Tallo

El brócoli es una planta herbácea, el tallo principal mide de 2 a 6 cm de diámetro y de 20 a 50 cm de largo. La parte superior del tallo está limitada por el crecimiento de la inflorescencia principal. Las únicas ramas presentes en el tallo son las inflorescencias secundarias ubicadas en los nudos superiores. (Díaz, 2016)

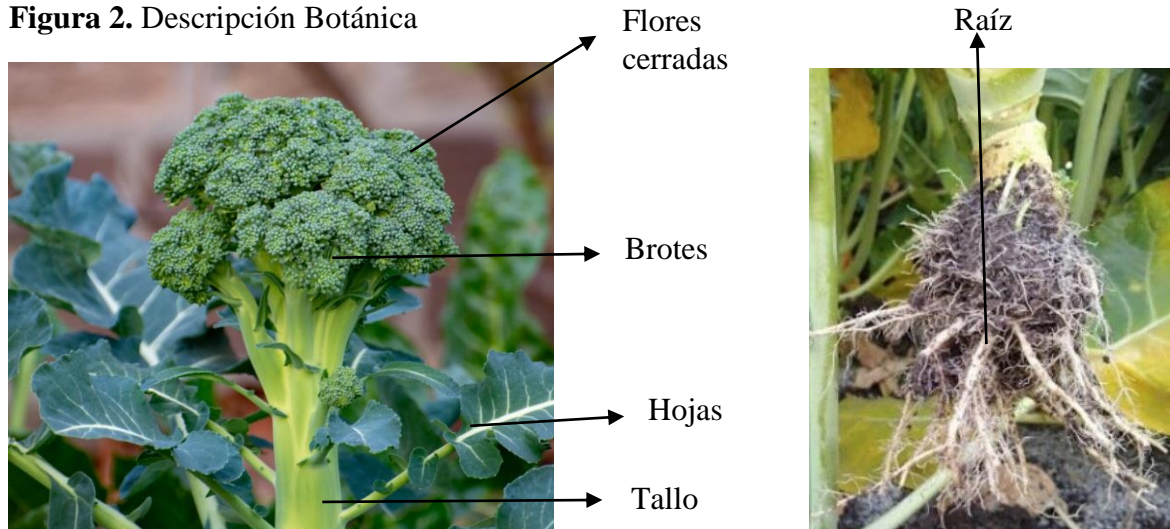
10.1.5. Brotes

Son la composición de capullos que soporta el tallo (Valera, 2022).

10.1.6. Flor

Son perfectos y actinomorfos. Los pétalos sueltos, en número de cuatro, son amarillos y en forma de cruz, característicos de las crucíferas. Debido a los problemas de auto compatibilidad, la polinización es principalmente polinización cruzada con la ayuda de insectos como abejas y moscas (Alessandro, 2017).

Figura 2. Descripción Botánica



Elaborado por. (Burbano Marcos 2023)

10.2. Exigencias del cultivo

Tabla 3. Condiciones Agro meteorológicas

Condiciones agro meteorológicas	
Clima	Frio
Temperatura	15 - 18 °C
Humedad	95%
Altitud	1,600 – 2,800 msnm

Elaborado por. (Burbano Marcos 2023)

10.2.1. Suelo

El tipo de suelo ideal para conseguirlo son los suelos arcillo-arenosos o arcillosos que no se encharcan. Su pH óptimo: 6,5-7 (Maldonado & Belén, 2012).

10.2.2. Agua

Requiere humedad moderada y continua pero buen drenaje sin encharcamiento. El brócoli puede necesitar de 6 a 8 riegos por temporada, dependiendo de la fecha de siembra, las necesidades de agua variarán (Maldonado & Belén, 2012).

10.2.3. Escardas

Mantener el cultivo libre de maleza es muy importante, sobre todo en sus primeras fases (Catherine, 2012).

10.2.4. Aporcado

Una vez establecida la planta, se deben realizar un ligero aporcado para facilitar la aireación y desarrollar el sistema radicular (Catherine, 2012).

10.2.5. Fertilización

El brócoli en general necesita mucho fertilizante, especialmente nitrógeno y potasio, y poco fósforo. En la mayoría de los casos debe aplicar estiércol o abono verde al suelo, luego aplicar fertilizantes nitrogenados junto a las camas para reemplazarlos (Herogra, 2020).

Figura 3. Fertilización por Ha

Recomendaciones medias de fertilizante para una producción media de 15-25 t de **Brócoli**

NUTRIENTES	Kg/Ha
Nitrógeno	150-300
Fósforo	80
Potasio	200-250
Calcio	100

Lo que se utilizó para abonar el suelo fue la Eco Abonanza ya que es un abono compostado, que se obtiene de la mineralización de diferentes residuos vegetales y animales de granjas certificadas, es un producto libre de patógenos, con alto contenido de materia orgánica y nutrientes. Su composición es:

Elemento

Materia Orgánica: 61.52%

Nitrógeno: 2.73%

Fósforo: 1.75%

Potasio: 3.63%

Calcio: 4.42%

Magnesio: 1.06%

Hierro: 0.02%

Manganeso: 0.07%

Boro: 0.02%

Molibdeno: 0.00%

Zinc: 0.028%

Cobre: 0.05%

Azufre: 0.24%

10.3. Riego en el cultivo de *Brócoli Legacy*.

Las plantas son un 90% agua. Durante el período de crecimiento, el riego debe ser abundante y frecuente. Durante la inducción de la floración y la formación de miembros, es mejor mantener el suelo no demasiado húmedo, pero en un estado moderado. Esta súper verdura requiere una humedad constante y necesita aportes de agua abundantes y regulares. Por lo que, la mejor solución para su cultivo es a través del riego por goteo. Con este sistema, cuando el brócoli haya formado la inflorescencia evitaremos que aparezcan hongos al no regarlo por encima. Además, permite una mayor utilización del agua, es más productivo y forma parte de la solución ante la sequía. (Contreras, 2021).

10.4. Riego por goteo en el *Brócoli Legacy*.

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

El riego por goteo es el sistema más utilizado para el riego de *Cannabis sp.* El sistema de riego por goteo permite un riego continuo en todo el cultivo, manteniendo la capacidad de campo durante todo el ciclo de producción. Los sistemas de riego deben diseñarse de manera que todas las plantas en diferentes macetas reciban la misma cantidad de agua (Voser, 2020).

10.5. Estimación del ahorro del uso del agua.

El ahorro correspondiente en el uso del agua a menudo ocurre con el riego por goteo debido a que:

Limita la pérdida de agua debido a su escurrimiento y filtraciones profundas.

10.6. Eficiencia del uso del agua (EUA).

Se define como la relación entre los gramos de agua evaporados por las plantas y los gramos de materia seca producida. Las especies más eficientes en agua producen más materia seca por gramo de agua evaporada. Cabe señalar que la capacidad de una planta para absorber agua varía según su metabolismo, la estructura de la hoja y el momento de un ciclo de crecimiento determinado. Las especies más eficientes en agua producen más materia seca por gramo de agua evaporada. Cabe señalar que se están considerando diferentes culturas sobre extracto de agua, según su metabolismo, la arquitectura de las hojas y el tiempo del ciclo de crecimiento (Molina, 2014).

10.7. Riego Deficitario.

El riego deficitario es una estrategia para optimizar el uso del agua teniendo en cuenta las necesidades hídricas de las plantas. El riego se produce cuando el cultivo se encuentra en la fase sensible a la sequía, pero fuera de este período se limita el riego o, si es necesario, no se riega. Este tipo de riego también es económicamente importante porque puede aumentar la rentabilidad en poco tiempo sin reducir el rendimiento (Rodríguez, 2014)

10.8. Riego Deficitario de alta frecuencia.

La escasez generalizada de agua para la producción agrícola conduce a la necesidad constante de desarrollar estrategias para optimizar la eficiencia en el uso del agua (Rodríguez, 2014)

10.9. Bases científicas de la temática

10.9.1. Evapotranspiración

Es posible medir la cantidad de agua que necesitan los cultivos midiendo la evaporación, que tiene en cuenta los siguientes procesos:

10.10. Procesos de Evapotranspiración

10.10.1. Evaporación

Según (Fernandez, 2014), es un proceso físico que implica la transformación gradual de una sustancia líquida en forma de vapor. La tensión superficial del líquido provoca la liberación de moléculas, lo que hace que este proceso se produzca en su superficie.

10.10.2. Transpiración

Es el proceso por el cual el agua se va evaporando de los tejidos vegetales y libera aire. Las estomas son el sitio principal donde las plantas pierden agua. Pequeñas aberturas en las hojas de las plantas permiten la emisión de gases y vapor de agua, que luego son transportados a la atmósfera (FAO, 2006).

10.10.3. Evapotranspiración

Es un proceso por evaporación y transpiración del suelo al igual que transpiración vegetal en el que actúan simultáneamente parámetros como la radiación solar y el tipo de vegetación. Comportamiento de evaporación directo del suelo, ya medida que las plantas crecen y cubren la superficie del suelo, la transpiración adoptará el comportamiento afectado por la transpiración de las plantas en este caso (FAO, 2006).

10.10.4. Conceptos de evapotranspiración

El concepto de evapotranspiración incluye dos diferentes definiciones

10.10.5. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)

Este es un parámetro relacionado al clima, representa la intensidad de la evaporación atmosférica que ocurre sin restricciones de agua y se conoce como transpiración controlada por plantas, conocida como ET_o (Alberto, 2021).

10.10.6. Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

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

10.11. Métodos para determinar la evapotranspiración

10.11.1. Tanque evaporímetro clase A

Puede estimar la evaporación de referencia y obtener el valor real del requerimiento de agua del cultivo de brócoli, el tanque consta de un notable sensor ultrasónico instalado en un pozo convincente para medir la altura de la capa superficial del agua en el tanque del cultivo, obteniendo una diferente. lecturas entre el agua evaporada y capaz de detectar cambios de altura de una décima de milímetro (FAO P. M., 2022).

10.11.2. Coeficiente único del cultivo

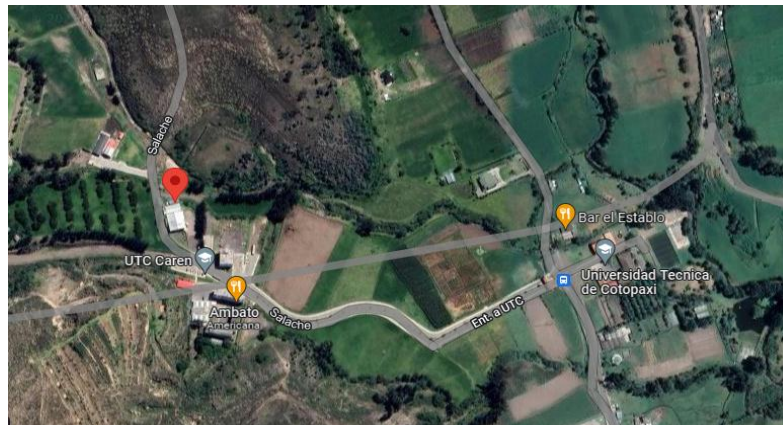
Coeficiente de cultivo (Kc) de ETo para calcular la tasa de transpiración de cada cultivo, los agricultores suelen usar este valor de ETC para determinar la frecuencia y la cantidad de agua a usar para cada riego (González, 2010)

11. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

11.1. Ubicación del ensayo

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi (Campus Salache) en las terrazas de banco. Está ubicada al sur este de la cabecera cantonal, junto a la E35 en el km 753 vía Salache 2870 msnm. Ubicación geográfica está dada por las presentes coordenadas.

Imagen 1. Ubicación del ensayo (Google maps, 2023).



Fuente: (Google maps, 2023).

Tabla 4. Ubicación Geográfica.

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

Elaborado por. Burbano Marcos (2023)

11.2. Parámetros climáticos de la zona

Las condiciones meteorológicas del experimento de estudio se basaron en información de la estación meteorológica de la Universidad Tecnológica de Cotopaxi (M1238), teniendo en

cuenta las variables de evaporación y precipitación diaria. Esta área está sujeta a las siguientes influencias climáticas promedio.

Tabla 5. Parámetros climáticos de la zona

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

Elaborado por. Burbano Marcos (2023)

11.3. Tanque evaporímetro clase A

Proporciona una medida integrada de los efectos de la radiación, el viento, la temperatura y la humedad sobre la evaporación que tiene lugar en una superficie no acuosa, a pesar de que existen varios factores que diferencian entre la evaporación y la transpiración, tales como: la reflexión de la radiación solar, calor almacenado en el agua del tanque, turbulencia alrededor del tanque, intercambio de calor a través de las paredes del tanque y ubicación (variables que afectan el balance de energía), el tanque evaporímetro puede ser utilizado para estimar ETo de forma fiable cuando las lecturas de profundidad del agua se toman con precisión. (FAO P. M., 2022).

El tanque de evaporación tipo "A" tiene forma circular, un diámetro de 121 cm y una profundidad de 25,5 cm. Está hecho de hierro galvanizado. Se apoya sobre un pedestal de madera y está a 15 cm del suelo. El nivel del agua en el tanque debe mantenerse entre 5 cm y 7,5 cm del borde. El tanque incluye un sensor ultrasónico especial, está montado en un pozo resistente que permite medir la altura de la capa de agua superficial en el tanque, para obtener la cantidad de agua que se evapora entre diferentes lecturas, para que pueda detectar décimas de un milímetro de cambio de altura.

11.4. Materiales, Equipos y Herramientas

11.4.1. Insumos

- Eco Abonanza
- Plántulas de Brócoli
- Fertilizantes

11.4.2. Materiales de Escritorio

- Cuaderno de campo
- Computadora
- Calculadora
- Lápiz

11.4.3. Herramientas

- Piola
- Flexómetro
- Bomba de Fumigar
- Cuchillo
- Estacas
- Azadón
- Rastrillo
- Balanza
- Rótulos de identificación

11.5. Modalidad de la investigación

La investigación tiene como modalidad un estudio de campo. Debido a la movilidad intencional de la variable explicativa para la elección de tres láminas de riego, se puede calificar como experimental.

11.6. Métodos

11.6.1. Método Deductivo

Trata de situaciones específicas que parten de aspectos generales de la investigación al momento de buscar información.

11.6.2. Método Inductivo

Es un proceso de razonamiento que se basa en la observación y la experimentación para lograr llegar a una conclusión general a partir de casos específicos. Es decir va de lo particular a lo general (Narvaez, 2023).

Método Experimental: El diseño experimental es una técnica estadística que utiliza intencionalmente la variable independiente en un modelo para observar y medir su efecto sobre la variable dependiente.

Método Descriptivo: Me permitió determinar las etapas fenológicas del cultivo de *brócoli Legacy*.

Método de observación: En la investigación fue muy importante realizar las debidas observaciones que se realice en el área de experimento.

11.7. Variables

11.7.1. Variable dependiente

Respuesta agronómica del cultivo de brócoli Legacy (*Brassica oleracea var. Itálica*): Altura de la planta, número de hojas, días a la cosecha, peso de la pella.

11.7.2. Variable independiente

Láminas al 100% Evapotranspiración del cultivo (ETc), 90% Evapotranspiración del cultivo (ETc) y 80% Evapotranspiración del cultivo (ETc).

11.8. Estadística

11.8.1.1. Técnicas

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

Registros: Los cambios en los datos del ensayo para cada tratamiento se registraron en el cuaderno de campo.

11.9. Diseño experimental

El diseño experimental es un método estadístico. Esta se basa en la manipulación deliberada de la variable independiente para observar y medir su efecto sobre la variable dependiente. A su vez, esto se realiza en un modelo experimental específico del procedimiento estadístico. En otros términos, el diseño experimental se orienta a determinar cómo impacta la relación entre dos variables, se basan en proyectos o investigaciones que tienen un anclaje y base teórica. En virtud de los resultados que se obtienen al aplicar el diseño experimental, se enriquece la producción de conocimiento, a la vez que permite revisarlo y aportar nueva información (Ivaldi, 2022).

11.9.1. Esquema del análisis de la Varianza

En la presente investigación se utilizó un Diseño completo al azar (DCA), con tres tratamientos incluido el testigo y tres repeticiones. Este modelo es considerado en el campo experimental dividido en tres grupos de tres unidades experimentales (UE) cada uno, donde los tres es el número de tratamientos (láminas), tales que las unidades experimentales dentro de cada grupo son lo más homogénea posible y las diferencias entre las unidades experimentales (UE) sea dada por estar en diferentes grupos. Los conjuntos son llamados conjuntos de bloques. Dentro de cada conjunto de bloques las unidades experimentales (UE) son asignadas aleatoriamente, cada tratamiento ocurre exactamente una vez en un conjunto, en un total de 9 unidades.

11.9.2. Diseño completo al azar

Un diseño completamente al azar es el diseño experimental más simple que intenta comparar dos o más tratamientos porque considera solo dos fuentes de variación: el tratamiento y el error aleatorio. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos para la cual se compra la varianza del tratamiento contra la varianza del error (Ivaldi, 2022).

Tabla 6. Esquema del análisis de varianza

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

Elaborado por. Burbano Marcos (2023)

En el cuadro anterior se muestra el factor en estudio es la lámina de riego estudiada mediante 3 tratamientos.

Tabla 7. Factor en estudio

TRATAMIENTO	LÁMINAS
T1 (Testigo)	100% Etc.
T2	90% Etc.
T3	80% Etc.

Elaborado por. Burbano Marcos (2023)

Etc: Evapotranspiración del cultivo de Brócoli, representa el agua que demanda el cultivo:

11.9.3. Comparador y tabla de Tukey

Después de aplicar la prueba, se calcula un valor de w , que se llama comparador de Tukey, definido de la siguiente manera:

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

donde el factor q se obtiene de una tabla que debe incluir cadenas de valor para varios tratamientos o experimentos diferentes. Estas columnas representan factores Q para diferentes grados de libertad. Normalmente, la importancia relativa de las tablas disponibles es de 0,05 y 0,01. En esta fórmula, el coeficiente MSE (error cuadrático medio) aparece en la raíz cuadrada dividida por r , que es el número de repeticiones. El MSE es un número generalmente derivado del análisis de varianza (ANOVA) (Cajal. F, 2020).

11.10. Población y Muestra

La parcela en la cual se realizó la investigación fue de 280 m², de los cuales 135 m² fueron divididos en bloques apartados por 1 m, donde cada unidad se estableció con tres metros de ancho y cinco de largo, los cuales estaban separados por un camino de 1 m, el área individual consta con 15 m² con 4 hileras distanciadas a 0.60 m y la separación entre plantas fue de 0.40 metros. Dándonos un total de 222 plantas por unidad experimental y un total de población de 668 plantas.

Imagen 2. Diseño del Experimento



Elaborado por. (Burbano Marcos 2023)

11.10.1. Características del suelo

Suelo arcilloso erosionado semiárido con deficiencia de nutrientes, son pesados no drenan ni se desecan fácilmente es compacto.

11.10.2. Condiciones climáticas

Para determinar el comportamiento del clima durante el crecimiento del brócoli Legacy, se registraron diariamente los datos de precipitación y evaporación en milímetros (mm/día) de la estación Agro meteorológica de la Facultad de CAREN de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Esta estación se encuentra ubicada a 800 metros de distancia de la parcela de investigación.

11.9.2.1.1 Evaporación

La evaporación es un proceso físico en el que un líquido cambia lenta y gradualmente a un estado gaseoso. Este proceso tiene lugar en la superficie del líquido debido a la liberación de moléculas de líquido debido a su tensión superficial. El proceso de evaporación en nuestro medio es constante y ocurre de manera espontánea (Valdivieso, 2020).

El comportamiento del clima durante el crecimiento de brócoli se verificó mediante el registro de la evaporación en milímetros de una estación agro meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicada a 400 metros del sitio de estudio.

11.9.2.1.2 Temperatura

La temperatura es una medida de qué tan caliente o caliente posee el cuerpo. Cualquier sustancia en un determinado estado agregado (sólido, líquido o gaseoso) está compuesta por moléculas en constante movimiento. La energía total de todas las moléculas del cuerpo se llama energía térmica; y la temperatura es una medida de la energía promedio o característica que determina la dirección del flujo de calor (Martinez, 2015).

11.10.3. Componentes del sistema de riego

La red de riego fue compuesta por una llave de paso que va desde la entrada hacia el terreno, es una de una pulgada, donde se desglosa una tubería de una pulgada; que contiene el venturi $\frac{3}{4}$ " SIP 100 litros por hora. Desde la manguera principal cada 3 metros se derivaban 9 tuberías de polietileno secundarias de $\frac{3}{4}$ " en cada uno de ellos se instaló un pequeño juego compuesto por una montura de $32 \times \frac{3}{4}$ a la manguera principal, tubo PVC 25mm, codo pvc 25x 90, codo

negro macho $\frac{3}{4}$, adaptador flex $\frac{3}{4}$ valvula compacta pvc $\frac{3}{4}$ mango rojo, tapón hembra roscado pvc 1 pulgada, adaptador flex 1 pulgada, tapón hembra negro $\frac{3}{4}$, que corresponde a cada uno de los tratamientos. En cada una de las tuberías secundarias se colocó cintas de goteo marca dripline 16mm 2L/h 20cm, colocadas a una separación de 0.3m entre laterales dando lugar a 8 líneas de goteo por cada unidad experimental de 5 metros de largo.

Imagen 3. Sistema de riego



Elaborado por. (Marcos Burbano 2023)

11.11. Parámetros de riego

Para poder tener una buena planificación de riego es necesario conocer las necesidades hídricas del cultivo de *Brócoli Legacy*, es decir, la cantidad de agua que se requiere para su crecimiento y desarrollo adecuado.

11.11.1. Evapotranspiración de referencia (ET_o)

La evapotranspiración de referencia es el punto de partida para el diseño del sistema de riego y se utiliza para determinar el caudal esperado, definiendo así el mecanismo que impulsa el crecimiento potencial de la planta. ET_o se calcula a partir de los registros de evaporación (consulte la Sección 3.9.2) utilizando el método del tanque de evaporación Clase A, como se muestra en la siguiente ecuación (Cirilo, 2021).

$$E_{to}(mm/dia) = E_v \times K_p$$

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

K_p: coeficiente del tanque evaporímetro clase A.

10.7.2. Evapotranspiración del cultivo ETc

Monge, (2019) nos dice que el agua disponible en el suelo se agota como resultado del consumo por parte de las plantas (transpiración) a través de la evaporación superficial y la transpiración. La cantidad total de transpiración y evaporación de agua se denomina transpiración (Etc). El procedimiento dado en FAO No 56 se usa para determinar la transpiración del brócoli usando la siguiente ecuación.

$$Etc(mm/d) = ETo \times Kc$$

ETo: evapotranspiración de referencia (mm/día).

Kc: coeficiente del cultivo de *Brócoli* asumiendo los valores de coeficientes de los cultivos de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo. Se utilizó un Kc inicial de 0.70, Kc media de 1,05; hay que considerar que los Kc del cultivo se distribuyen diariamente.

de referencia.

11.12. Láminas de riego aplicar

11.12.1. Lámina neta

Corresponde al déficit de humedad, es la cantidad de agua que debe quedar en las raíces de las plantas, para llevar el suelo a capacidad de campo después de un riego, de la misma manera corresponde a la cantidad de agua que logra consumir el cultivo. Las necesidades netas de riego se determinan con la siguiente ecuación:

$$Nn = ETc - Pe = ETc (ajustada)$$

Donde:

Pe: Precipitación efectiva (mm/día).

11.12.2. Lámina bruta

Se debe a la pérdida de riego cuando lo aplicamos, producida por la eficiencia de riego (E), se estableció el valor de E=0.90 para los sistemas de riego por goteo.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Nb = \frac{Nn}{E}$$

Donde:

Nb: Necesidad bruta de riego (mm)

Nn: Necesidad neta (mm)

11.12.3. Eficiencia del sistema de riego

Es la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación al total del agua que se aplicó en forma de gotas que humedecen el área de la planta. Expresa una relación de pérdida de agua generalmente se expresa en porcentaje. (Ramos, 2015)

Con la siguiente ecuación podemos calcular la eficiencia de riego:

$$E = RT \times CU$$

Donde:

E: Eficiencia del sistema de riego (%)

RT: Relación de transpiración

CU: Coeficiente de uniformidad (%)

11.12.4. Relación Transpiración (RT)

Es el transporte y evaporación del agua desde el suelo a la atmosfera, a través del tejido de las plantas. Se utilizó 0.9 de la relación de transpiración, la expresión fue transformada de la siguiente manera:

$$E = 0.9 \times CU$$

11.12.5. Coeficiente de uniformidad

Fue fundamental en este caso conocer los caudales promedios de cada uno de los emisores en las unidades experimentales, debido a cada una de ellas tenía su válvula de control independiente. Se considera que un suelo con Cu inferior a 4 es mal gradado, un Cu superior a 4 es un buen gradado y Cu igual a 1 corresponde a que todas las partículas tienen el mismo tamaño (Crespo, 2021). Para calcular el coeficiente de uniformidad es necesario la siguiente ecuación:

$$CU = 100 \left(\frac{q_{25\%}}{qm} \right)$$

Donde:

CU: Coeficiente de uniformidad de distribución (%)

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

qm: Caudal medio del agua de riego.

11.13. Dosis de riego

Es la porción de agua que se aplica a una unidad de superficie de cultivo en cada labor de riego, donde se deduce del volumen del agua útil que el suelo puede ser capaz de retener, la mejora de la eficiencia en su dosificación tiene especial importancia en las regiones áridas y semiáridas(Santiago, 2013).

En esta investigación se utilizó la siguiente fórmula.

$$Dr = Etc/E$$

Dr: Dosis de riego (mm/día)

Etc: Evapotranspiración (mm/día)

E: eficiencia del sistema de riego (E)

11.14. Tiempo de riego

Está dado por el caudal del emisor utilizado y el número de emisor que se riega en el área considerada El tiempo de riego del sistema local está determinado por el caudal de los emisores utilizados, el número de emisores que riegan el área considerada y la eficiencia de uso del método de riego, que es aproximadamente del 80% al 90 % Eficaz.

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

$$Tr = Dr/P$$

Tr: Tiempo de riego (h/día)

Dr: Dosis de riego (mm/día)

P: Precipitación del emisor (mm/h)

11.15. Precipitación del emisor

Son elementales en el sistema de riego ya que son los encargados de entregar o descargar agua en el suelo. Se calculó mediante la metodología propuesta por (Admin, 2016), considera la ecuación de la siguiente manera

$$P = q/(dl * de)$$

P: Precipitación del emisor (mm/h)

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

dl: Distancia entre laterales (m)

de: Distancia entre emisores (m)

11.16. Frecuencia de riego

Significa la frecuencia con que se aplica agua a un cultivo en particular en una etapa determinada de desarrollo y está regida a lecturas diarias de la evaporación y el coeficiente del cultivo, lo cual permite manejar la lámina de riego en el ciclo determinado del desarrollo del cultivo de brócoli legacy.

11.17. Volumen de agua

Es la cantidad de agua que la fuente es capaz de proporcionar para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo. La determinación del volumen total de riego por ciclo del cultivo por cada tratamiento mediante fue la presente ecuación:

$$V = \frac{Nb \times Par}{10}$$

donde:

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

Nb: Lámina bruta (mm/día)

Par: Porcentaje de área de riego (%)

11.18. Manejo Agronómico del ensayo

11.18.1. Preparación del suelo

La preparación del terreno lo realicé un día antes del trasplante en primer lugar medí mi área de trabajo, luego la limpieza del lugar del ensayo, el cual consta en remover el suelo y eliminar malas hierbas.

11.18.2. Formación de platabandas

Finalmente realicé el levantamiento de las 9 camas, con la ayuda del azadón empecé a formar cada una de la cama con una altura de 1 cm, 5 m de largo, 3m y de ancho, donde se aplicó el abono eco abonanza al suelo, esto se coloca para mejorar la estructura del suelo, y se distribuyó de la siguiente manera: Según (AEFA, 1997) dice que para 30 m² necesitamos 1qq de eco abonanza. Realizando una regla de tres se logró realizar el cálculo para los kilogramos exactos para cada parcela. Dándonos el siguiente resultado: **50kg por 15 m²**

11.18.3. Trazado del terreno

Para el trazado del terreno utilice un flexómetro y piola para delimitar las parcelas. Dándonos un área total de 280 m², el área utilizada fue de 135 m², las parcelas de 5 metros de largo por 2.50 metros ancho y separados entre tratamientos de 0.50 metros teniendo 9 tratamientos.

11.18.4. Trasplante

El trasplante lo realice cuando las plantas tienen su segundo par de hojas verdaderas, un día antes sature el suelo de agua para la siembra, las plantas de brócoli fueron trasplantadas a una profundidad de 0.015 metros y a una distancia de 0.30 metros entre hilera y entre planta de 0.40 metros, procedí a presionar y compactar un poco la tierra alrededor de la planta teniendo un total de 668 plantas.

11.18.5. Riego

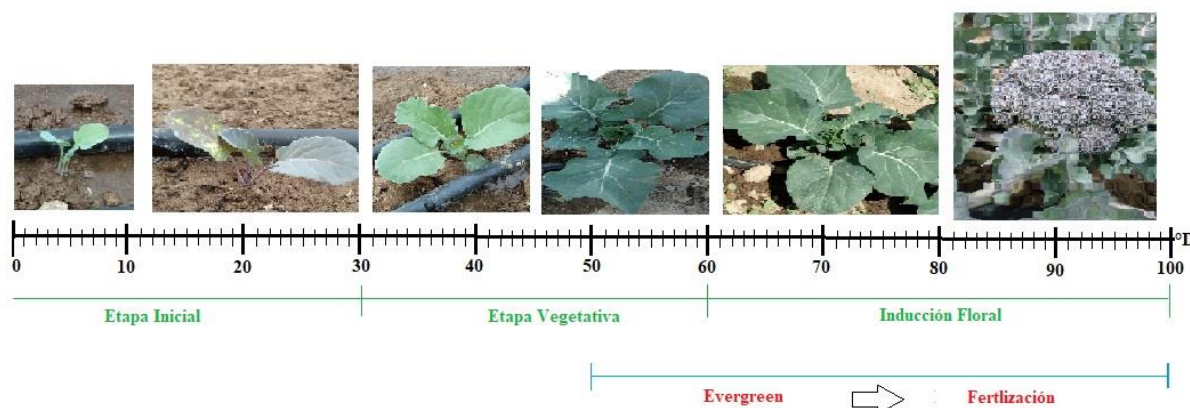
Utilice el riego por goteo desde el inicio del trasplante en base a las lecturas diarias de evaporación del Tanque Evaporímetro Tipo A, donde tome datos que nos permitió calcular la cantidad de agua requerida para reponer el déficit hídrico del cultivo.

11.18.6. Control de malezas

El control de malezas utilice las prácticas culturales donde realice dos deshieras la primera a las 6 semanas y la segunda a las 12 semanas después del trasplante. Utilizando un rastrillo y un azadón. Consta en remover la tierra para que las malas hierbas floten y dejarlas en el mismo sitio para que realicen su descomposición y nos sirva como abono orgánico.

11.18.7. Fertilización

Utilice evergreen un complejo nutricional equilibrado y es un preparado hidrosoluble equilibrado que contiene nitrógeno, fósforo y potasio. También contiene oligoelementos, algas, vitaminas y ácidos húmicos. (Naturagro.S.A, 2022). En la Tabla 8 se logra verificar el porcentaje de cada componente del bioestimulante, en donde se realizó una mezcla homogénea con 40 ml de evergreen en 16 litros de agua y se aplicó de forma foliar, con una bomba de agua de 16 litros esto se realizó a la primera hora de la mañana cada 8 días.

Figura 4. Manejo de fertilizante

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

Los fertilizantes, Estas son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las propiedades del suelo para un mejor crecimiento de las plantas. El nitrógeno, “el motor del crecimiento de las plantas”, generalmente entra en juego inmediatamente después de la aplicación: las plantas se vuelven de color verde oscuro y crecen más fuertes (FAO, 2023).

11.18.8. Control de plagas

11.18.8.1 Pieris brassicae

A partir de los 50 días se observó la presencia de oruga de la col en el haz y en el envés de la hoja provocando su amarillamiento. Esta plaga se controló con Kañon en una concentración de 30cc por 16 litros de agua esta fertilización se realiza cada 8 días por vía foliar.

Pieris es una oruga blanca que ataca las plantas crucíferas. Las larvas del parásito se alimentan de las hojas, lo que reduce significativamente la calidad y provoca grandes pérdidas de rendimiento. Los huevos eclosionan de 5-15 días, dando como resultado las orugas, que en un primer estadio se comportan de forma gregaria, observándose grupos de pequeños individuos sobre la misma hoja. Las generaciones se van sucediendo hasta la llegada del frío a mediados de otoño, entonces la última generación pupa, pasando el invierno en este estadio y reapareciendo los adultos en primavera.

Las orugas son muy voraces ya que pueden producir intensas defoliaciones, donde se alimentan del tejido foliar y respetando los nervios de la hoja, al igual que afectan a la cosecha de forma indirecta produciendo un daño cosmético, al dejar restos de excrementos sobre la misma, los cuales se acumulan en los cogollos y en la inserción de las hojas (Hurtado, 2010)

Imagen 4. Presencia de *Pieris brassicae*

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

11.18.8.2 La Palomilla Dorso de Diamante (*Plutella xylostella* L.)

A partir de los 25 días se observó la presencia de la palomilla en el envés de la hoja provocando perforaciones, a la vez consumiendo el área total de la hoja menos las nervaduras. Esta plaga se controló con Kañon en una concentración de 30cc por 16 litros de agua esta fertilización se realiza cada 8 días por vía foliar.

Es un insecto que ataca a las especies cultivadas y silvestres de crucíferas que son: la col o repollo (*Brassica oleracea* var. *viridis*), brócoli (*B. oleracea* var. *italica*), es un factor muy importante que limita la producción y calidad de estos cultivos, que en algunos casos llega a causar pérdidas hasta del 90% del cultivo.

La larva mide un 1 cm de largo cuando está bien desarrollada, con un color que varía desde amarillo recién eclosionada hasta verde oscuro cuando está madura, pasando por 5 instares larvarios. La hembra a los dos o tres días de post apareamiento oviposita entre 18 a 245 huevecillos de color amarillo brillante sea de uno en uno o en grupo depositando en el envés de las hojas, la incubación dura de 2 hasta 8 días (Hurtado, 2010).

Imagen 5. Presencia de Palomilla

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

11.18.8.3 Pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae*.)

A partir de los 50 días se observó la presencia del pulgón en el envés de la hoja donde el pulgón se alimenta de la savia de la planta causando amarillamiento, marchitez de la hoja. Esta plaga se controló con Curyom en dosis de 30cc por 16 litros.

Es un áfido cosmopolita que tiene un tamaño de 2.0 a 2.5 mm de largo, sifones o cornículos cortos y con una capa cerosa de color gris que lo cubre, está la utiliza para distinguirse de otras especies de pulgones. Es una plaga de importancia económica para la producción de cultivos como el brócoli, se reproducen en climas cálidos, templados. Las hembras para reproducirse no necesitan aparearse, las generaciones se superponen, con aproximadamente 15 o hasta 20 generaciones por ciclo de cultivo. La duración de su ciclo puede ir desde 16 hasta 50 días dependiendo de la temperatura (ANTONIO, 2012).

Imagen 6. Presencia de Pulgón.



Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

11.18.9. Cosecha

La cosecha lo realice a los 99 días después del trasplante, donde utilizando el cuchillo corte las cabezas de los brócolis, el momento adecuado para cosechar las plantas es en la mañana antes de que salga el sol. Según productores del brócoli, debemos cosechar cuando las cabezas alcanzan el tamaño adecuado, las cabezas deben ser compactas y tener un color uniforme. Normalmente se cosecha primero la cabeza central principal.

11.19. Variables a evaluar

11.19.1. Peso de la pella

Con la ayuda de una balanza la medimos en unidades de (kg). Consta en poner 1 pella en la balanza y anotar su peso.

11.19.2. Eficiencia del uso del agua (EUA)

Según (Boto, 2007), se define por la relación entre los gramos de agua transpirados de un cultivo con los gramos de materia seca producidos. Es destacar que los cultivos difieren en su capacidad para extraer agua, de acuerdo a su metabolismo, la arquitectura de sus hojas. Se determinó el uso de la eficiencia del agua (EUA) para cada tratamiento en base a la presente ecuación.

$$EUA = \frac{\text{Rendimiento por unidad de \u00e1rea}}{\text{Agua usada para producir tal rendimiento}}$$

11.19.3. Numero de hojas

Se va contando cada una de las hojas de los diferentes tratamientos, cada 15 d\u00edas. Con la ayuda de un flex\u00f3metro y la hoja de c\u00e1lculo que consiste en, medir desde la vaina hasta el \u00e1pice.

11.19.4. Altura

Se debe medir en cent\u00edmetros con la ayuda de un flex\u00f3metro que va desde la base del suelo hasta el \u00e1pice de la planta, desde el momento del trasplante cada 15 d\u00edas.

11.19.5. Largo de la hoja

Con la ayuda de un flex\u00f3metro y manteniendo las hojas planas medimos, desde la vaina hasta el \u00e1pice de la hoja la toma de datos se realiza cada 15 d\u00edas y se registra en una hoja de Excel.

11.19.6. Porcentaje de trasplante

Se evalu\u00f3 a los 15 d\u00edas despu\u00e9s del trasplante lo realice contando las plantas vivas en mi parcela y se relacion\u00f3 con el n\u00famero de pl\u00e1ntulas sembradas y su valor fue expresando en %.

$$\%supervivencia = \frac{\text{n\u00famero de plantas vivas}}{\text{n\u00famero de plantas sembradas}} \times 100$$

Este experimento est\u00e1 formado por variables dependientes, altura, di\u00e1metro base, y toma de datos de la evaporaci\u00f3n.

Tabla 8. Composici\u00f3n qu\u00edmica del Evergreen

Composici\u00f3n qu\u00edmica	
N	7.77%
P	9.98%
K	8.33%
Mn	0.01%

ZN	0.01%
Ácido húmico	0.59%
Auxinas	5.2ppm
Giberelinas	0.36ppm
Citoquininas	210 ppm

Elaborado por. (Marcos Burbano 2023)

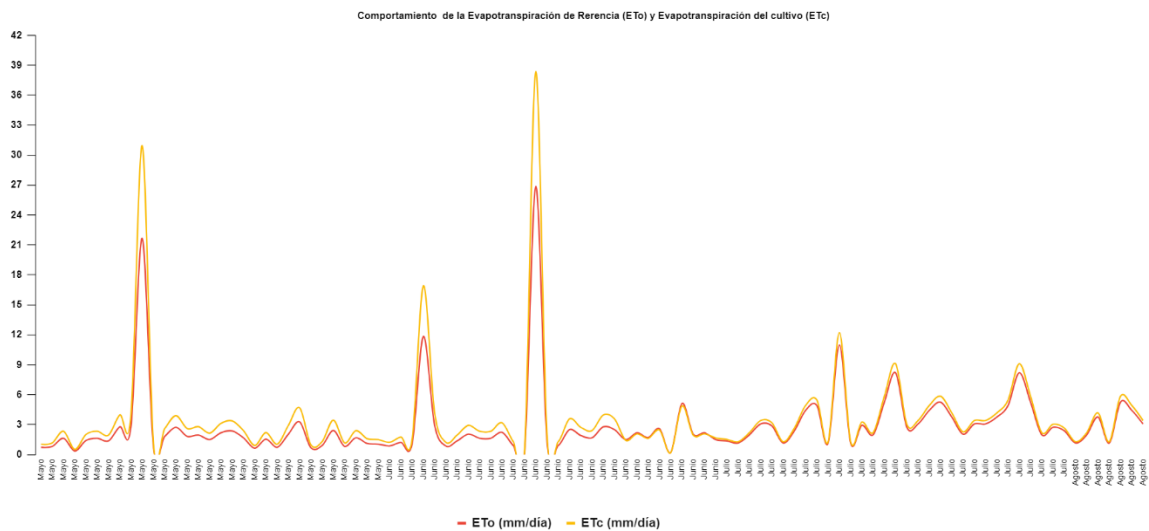
12. RESULTADOS

12.1. Parámetros de riego

12.1.1. Evapotranspiración de referencia (E_{to}) Evapotranspiración del cultivo (E_{tc})

La gráfica 1 nos muestra que la evapotranspiración del cultivo se incrementó del mes de mayo hasta el mes de junio días después de la siembra debido al intenso uso del agua por la etapa del desarrollo. Obteniendo un valor promedio de 2.97 mm/día, la variación de referencia y del cultivo se debe a los cambios en las condiciones climáticas, donde los puntos altos corresponden a los días calurosos y los más bajos en días fríos.

Gráfico 1. Comportamiento de la Evapotranspiración de Referencia (E_{to}) y Evapotranspiración del cultivo (E_{tc})



Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.2. Porcentaje de supervivencia del brócoli.

El análisis de varianza para el porcentaje de supervivencia, determino que no hay diferencias significativas estadísticamente, con un coeficiente de variación de 2,59% siendo excelente para este tipo de investigación de riego por goteo de alta frecuencia.

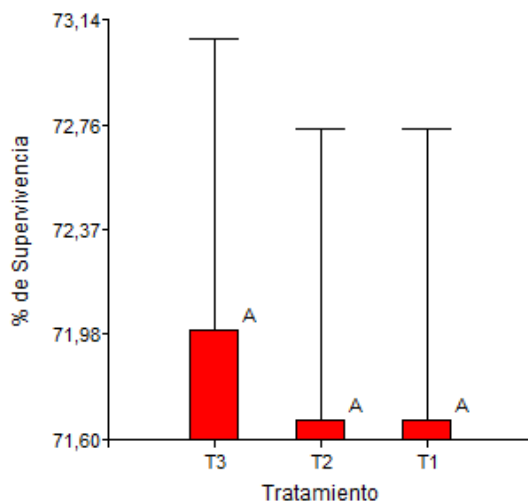
Tabla 9. Análisis de varianza del porcentaje de supervivencia

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Tratamiento	0,22	2	0,11	0,03	0,9685	NS
Repeticiones	5,56	2	2,78	0,81	0,5079	NS
Error	13,78	4	2,44			
Total	19,56	8				
CV	2,59%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera mediante la prueba de tukey al 5% para porcentaje de supervivencia determino porcentajes iguales; es decir, un solo grupo de plantas (A). Sin embargo, numéricamente el T3 (80% ETc) obtuvo un mayor porcentaje con una media de 72% y el T2 (90% ETc) con una media de 71.67%.

Figura 5. Porcentaje de supervivencia



Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

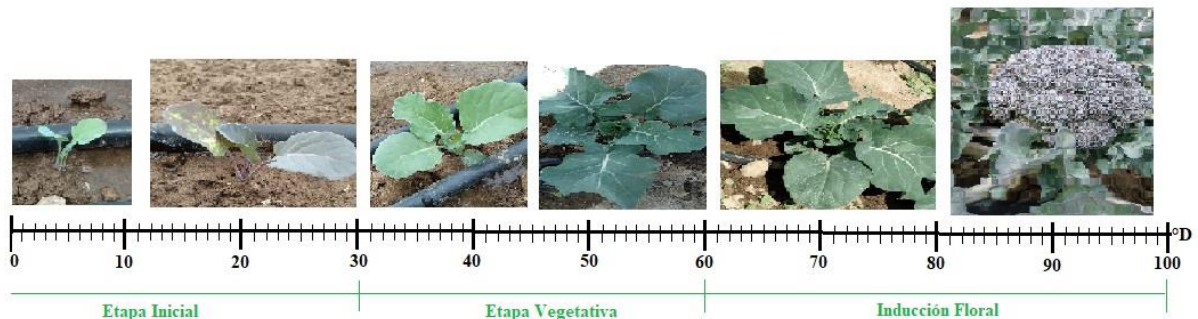
12.3. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE (*Brassica oleracea* var. *Itálica*.)

12.3.1. Descripción de la Etapa fenológica del cultivo.

La investigación se desarrolló durante 99 días sin considerar la germinación ya que eso se realizó en el vivero. El trasplante fue el primero de mayo del 2023 y se cosecho el 07 de agosto del 2023. Para este cultivo se determinó las siguientes etapas fenológicas.

- ❖ Etapa inicial, se consideró a los 30 días después del trasplante en donde la planta cubre el 10% del área total de la investigación.
- ❖ Etapa Vegetativa, es donde empieza a desarrollar solo las hojas se logró observar una definición de tipo de hojas, (pecioladas, erectas y rizadas) crecimiento rápido de la planta.
- ❖ Inducción Floral, tras pasar un cierto número de días a bajas temperaturas, la planta empieza a florecer; Al mismo tiempo, la planta continúa produciendo hojas más pequeñas y la formación de pellas.

Figura 6. Etapa Fenológica



Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.3.2. Altura de la planta

12.3.3. Altura de la planta a los 30 días

En la etapa inicial a los 30 días el cultivo de brócoli no presenta diferencias significativas al ($p > 0.05$) Con un coeficiente de variación de 21.01. Es decir, la aplicación de 3 láminas de riego actúa de la misma forma, con alturas similares.

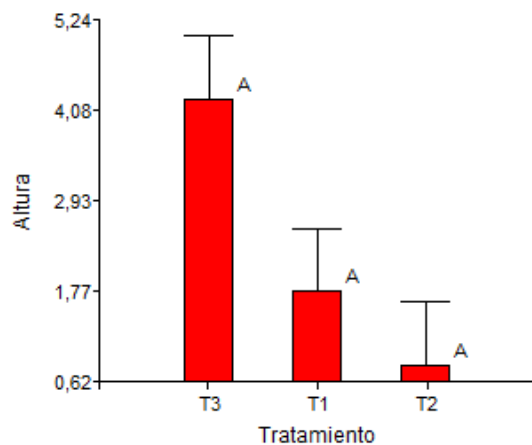
Tabla 10. Cuadro de análisis de varianza

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Tratamiento	18,53	2	9,27	4,81	0,0862	NS
Repeticiones	1,42	2	0,71	0,37	0,7121	NS
Error	7,70	4	1,93			
Total	27,66	8				
CV	21,01%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma forma la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia alturas diferentes (numéricamente), pero estadísticamente iguales, es decir un solo grupo de alturas de plantas (A).

Figura 7. Altura de la planta a los 30 días



Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.3.4. Altura de la planta a los 60 días

En la etapa Vegetativa a los 60 días el cultivo de brócoli presenta diferencias significativas para tratamientos. Es decir, la aplicación de diferentes láminas de riego si influye en la altura de la planta (Gustavo Naula 2019). Sin embargo, para repeticiones no existe una significancia, es

decir, que la altura de la planta si se vio influenciada a la aplicación de 3 láminas de riego un coeficiente de variación de 6,11.

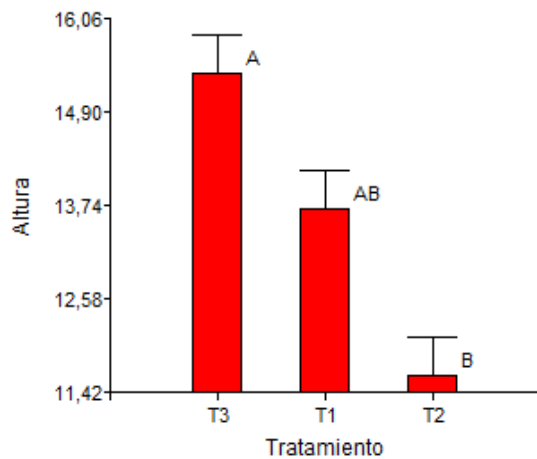
Tabla 11. Cuadro de análisis de varianza

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Tratamiento	20,99	2	10,49	15,28	0,0134	*
Repeticiones	2,05	2	1,02	1,49	0,3283	NS
Error	2,75	4	0,69			
Total	25,78	8				
CV	6,11%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia dos grupos definidos de altura de la planta, el grupo uno que representa al T3 (80% ETc) alcanzando una altura de 15.37 cm, y el grupo (B) que corresponde al T1 y T2 con alturas de 13.7 cm y 11.6 cm respectivamente. Es decir, que la planta que se encuentra sometida a un déficit del 80% creció más.

Figura 8. Altura de la planta a los 60 días



Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.3.5. Altura de la planta a los 90 días

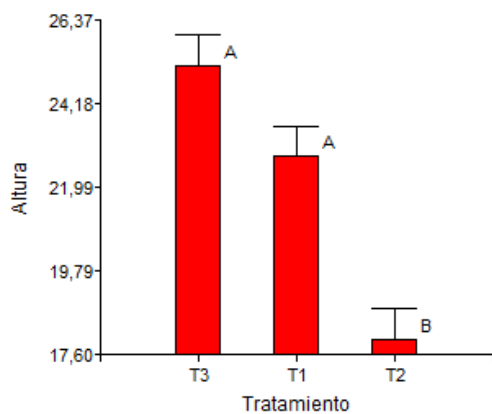
A los 90 días después del trasplante el cultivo de brócoli presenta una alta significancia para tratamientos ($p \leq 0,01$); sin embargo, para repeticiones no existe una significancia ($p \leq 0,05$) con un coeficiente de variación de 6.17.

Tabla 12. Cuadro de análisis de varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	80,45	2	40,22	21,82	0,00,70	**
Repeticiones	2,26	2	1,13	0,61	0,5855	NS
Error	7,37	4	1,84			
Total	90,08	8				
CV	6,17%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia dos grupos definidos de altura de la planta a los 90 días, el grupo uno (A) que representa al T3 (80% ETc) alcanzando una altura de 15.37 cm, y al T1 (100% ETc) alcanzando una altura de 22.8 cm, el segundo grupo (B) que corresponde al T2 (90% ETc) con una altura de 18 cm respectivamente. Es decir, que la planta que se encuentra sometida a un déficit del 80% creció más.

Figura 9. Altura de la planta a los 90 días

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.3.6. Número de hojas a los 30 días

El análisis de varianza para el número de hojas a los 30 días después de la siembra evidencio que para los tratamientos existe una alta significancia ($p \leq 0,01$) sin embargo para repeticiones existe una significancia ($p \leq 0,05$) es decir que el número de hojas a los 30 días si se ve influenciado por las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 3.55%.

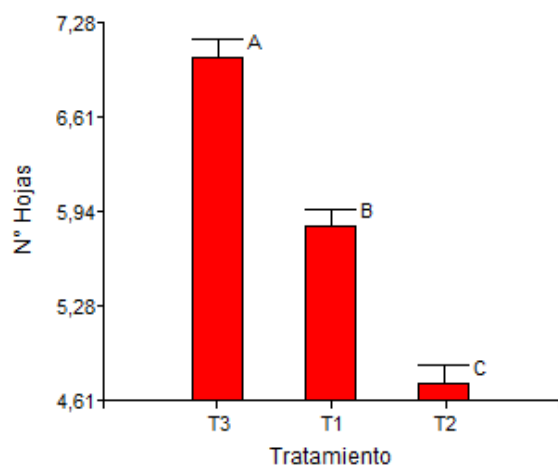
Tabla 13.

Cuadro de análisis de varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	7,94	2	3,97	91,62	0,0005	**
Repeticiones	0,53	2	0,26	6,08	0,0613	*
Error	0,17	4	0,04			
Total	8,64	8				
CV	3,55%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera la prueba de medias con Tukey al 5% evidencia tres grupos, donde el primer grupo (A) Corresponde al T3 al (80% ETc) fue el que tuvo mayor número de hojas alcanzando una media de 7.03 cm, el segundo grupo (B) T1 (100% ETc) alcanzando una media de 5.83 cm, y el tercer grupo (C) T2 (90% ETc) con una media de 4.73 cm. Es decir, que la planta que se encuentra sometida a un déficit del 80% obtuvo mayor número de hojas.

Figura 10. Número de hojas a los 30 días**Elaborado por.** Marcos Burbano (2023)

12.3.7. Número de hojas a los 60 días

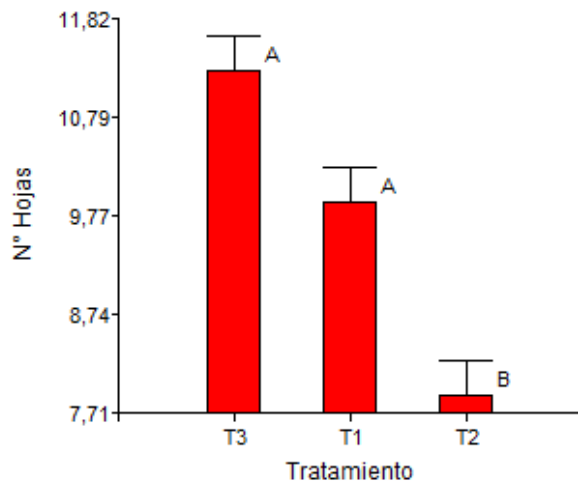
El análisis de varianza para el número de hojas a los 60 días evidencio que existe una alta significancia para tratamientos y repeticiones no hay diferencias significativas para las diferentes láminas de riego aplicadas, con un coeficiente de variación de 6.52%. Siendo excelente para este tipo de investigación de riego de alta frecuencia.

Tabla 14. Cuadro de análisis de varianza

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Tratamiento	17,20	2	8,60	21,53	0,00072	**
Repeticiones	0,33	2	0,16	0,41	0,6877	NS
Error	1,60	4	0,40			
Total	19,13	8				
CV	6,52%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia dos grupos, donde el primer grupo (A) corresponde al T3 al (80% ETc) alcanzando una media de 11.2 cm, y el T1 (100% ETc) con una media de 9.9 cm, el segundo grupo (B) corresponde al T2 (90% ETc) alcanzando una media de 7.9 cm. Es decir, que la planta que se encuentra sometida a un déficit del 80% obtuvo mayor número de hojas a los 60 días.

Figura 11. Número de hojas a los 60 días

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.3.8. Número de hojas a los 90 días

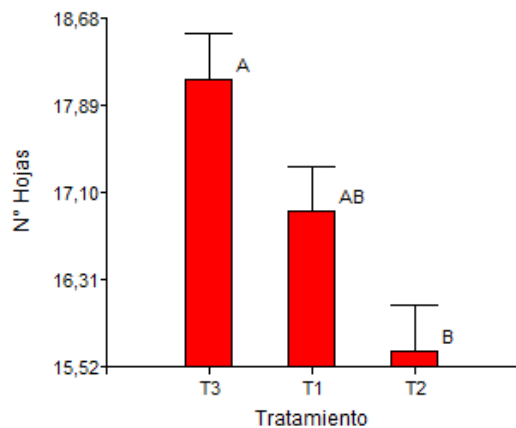
El análisis de varianza para el número de hojas a los 90 días evidencio que hay diferencias significativas para tratamientos, pero para repeticiones no existe diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 4.17%. Siendo excelente para este tipo de investigación de riego de alta frecuencia.

Tabla 15. Cuadro análisis de varianza

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Tratamiento	9,13	2	4,56	9,17	0,0321	*
Repeticiones	1,03	2	0,51	1,03	0,4347	NS
Error	1,99	4	0,50			
Total	12,15	8				
CV	4,17%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia dos grupos definidos de número de hojas, el grupo uno que representa al T3 (80% ETc) alcanzando una media de 18.13 cm, y el grupo (B) que corresponde al T1 y T2 con medias de 16.9 cm y 15.6 cm respectivamente. Es decir, que la planta que se encuentra sometida a un déficit del 80% dio un mejor resultado.

Figura 12. Número de hojas a los 90 días

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.3.9. Largo de la hoja a los 30 días

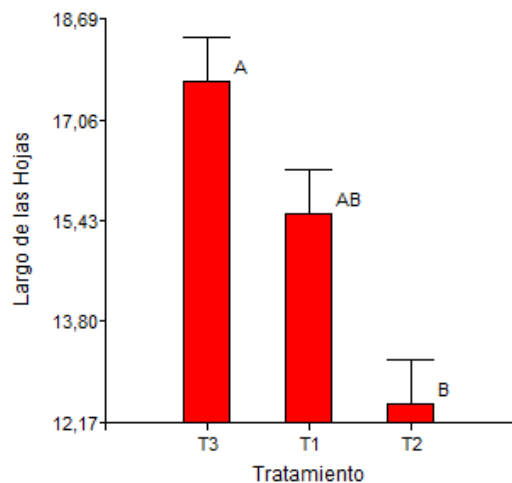
En la etapa inicial a los 30 días el cultivo de brócoli presenta diferencias significativas para tratamientos al ($p > 0.05$), sin embargo, para repeticiones no presenta diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 8.23 %.

Tabla 16. Cuadro de varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	41,00	2	20,5	13,06	0,0176	*
Repeticiones	7,48	2	3,74	2,38	0,2081	NS
Error	6,28	4	1,57			
Total	54,76	8				
CV	8,23%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia dos grupos definidos de largo de la hoja, el grupo uno que representa al T3 (80% ETc) alcanzando una media de 17.6 cm, y el grupo (B) que corresponde al T1 y T2 con medias de 15.5 cm y 12.4 cm respectivamente. Es decir, que la planta que se encuentra sometida a un déficit del 80% dio un mejor resultado.

Figura 13. Largo de la hoja a los 30 días

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.3.10. Largo de la hoja a los 60 días

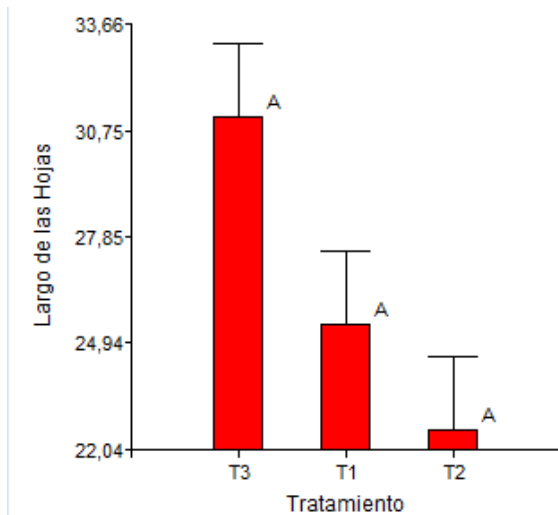
En la etapa Vegetativa a los 60 días el cultivo de brócoli no presenta diferencias significativas al ($p > 0.05$) con un coeficiente de variación de 6.11. Es decir, la aplicación de 3 láminas de riego actúa de la misma forma, con alturas similares.

Tabla 17. Cuadro análisis de varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	113,91	2	56,95	4,75	0,0877	NS
Repeticiones	11,82	2	5,91	0,49	0,6436	NS
Error	47,92	4	11,98			
Total	173,65	8				
CV	13,12%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma forma la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia alturas diferentes (numéricamente), pero estadísticamente iguales, es decir, un solo grupo de alturas de plantas (A).

Figura 14. Largo de la hoja a los 60 días

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

Considerando el análisis de varianza que no es significativa $p > 0,05$ que el largo de la hoja a los 30 días no existe diferencias estadísticas donde decimos que el largo de la hoja no se ve influenciada por las 3 láminas de riego. Sin embargo, el T3 obtuvo mayor crecimiento a los 30 días con una media de 31.13 cm y el T2 con un bajo crecimiento de una media de 22.57 cm.

12.3.11. Largo de la hoja a los 90 días

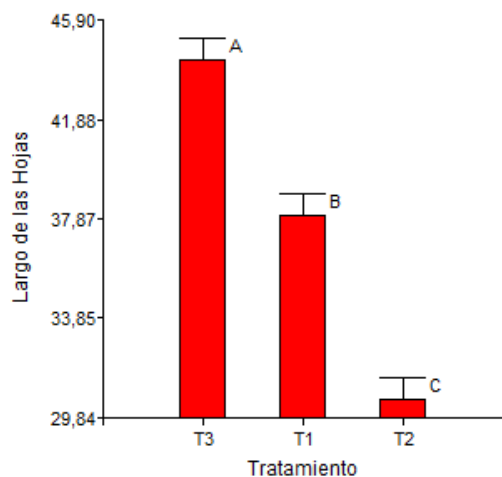
A los 90 días después del trasplante el cultivo de brócoli presenta altas diferencias significativas para tratamientos, pero para repeticiones no existe diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 4.14% como se evidencia en la siguiente Tabla 17.

Tabla 18. Cuadro análisis de varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	282,22	2	141,11	58,24	0,0011	**
Repeticiones	2,7	2	1,35	0,56	0,6115	NS
Error	9,69	4	2,42			
Total	294,61	8				
CV	4,14%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia tres grupos definidos de largo de la hoja, el grupo uno que representa al T3 (80% ETc) alcanzando una media de 44.2 cm, el grupo dos (B) que corresponde al T1(100% ETc) con una media de 38 cm, y el tercer grupo (C) que corresponde al T2 (90% ETc) con una media de 30.5 cm respectivamente. Es decir, que la planta que se encuentra sometida al déficit del 80% dio un mejor desarrollo.

Figura 15. Largo de la hoja a los 90 días

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.3.12. Peso de la pella en la cosecha

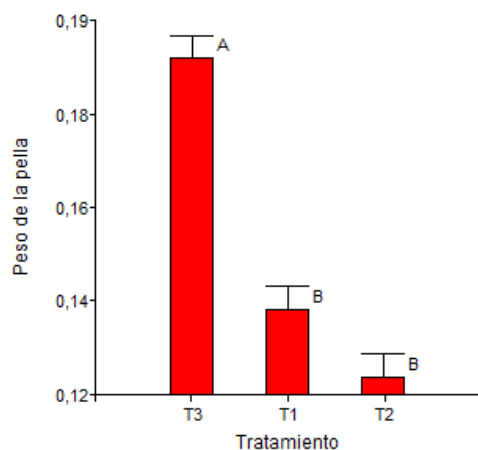
El análisis de varianza para el peso del brócoli evidencio que existe diferencias significativas para los tratamientos, mientras que para repeticiones no existe diferencias significativas con un coeficiente de variación de 5,08%, siendo excelente para este tipo de investigación.

Tabla 19. Cuadro análisis de varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	0,01	2	3,10E-03	53,92	0,0013	**
Repeticiones	4,30E-04	2	2,20E-04	3,73	0,1218	NS
Error	2,30E-04	4	5,80E-05			
Total	0,01	8				
CV	5,08%					

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

De la misma manera la prueba de medias con Tukey al 0,05 evidencia dos grupos definidos de peso de la pella, el grupo uno (A) que representa al T3 (80% ETc) alcanzando una media de 0.19 kg, y el segundo grupo (B) que corresponde al T1 y T2 con medias de 0.14 kg y 0.13 kg respectivamente. Es decir, que la planta que se encuentra sometida a un déficit del 80% dio un mejor desarrollo de la pella.

Figura 16. Peso de la pella en la cosecha

Elaborado por. Marcos Burbano (2023)

12.4. EFICIENCIA DEL AGUA EN EL CULTIVO DE *BRÓCOLI* EN ZONAS SEMIÁRIDAS.

El análisis de la eficiencia del uso del agua en la producción de brócoli en la terraza N°5 en el campus CEYPSA, determinó que para el T1 se requiere 1 m³ de agua para producir 2,61 kg de brócoli; para el T2 se requiere 1 m³ de agua para producir 2,69 kg; y T3 se requiere 1 m³ de agua para producir 4.43 kg de brócoli. Es decir, el T3 presentó la mejor eficiencia en el uso del agua, ya que se requiere una menor cantidad de agua para producir casi el doble del T1.

	Peso (g)	Rendimiento (kg/ha)	Agua usada (m ³ /ha)	Eficiencia (kg/ m ³)
T1	140	8400	3221	2,61
T2	130	7800	2898,9	2,69
T3	190	11400	2576,8	4,43

13. CONCLUSIONES

Una vez terminado el trabajo de investigación Evaluar tres láminas de riego en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) en la terraza N°5 en el campus Salache – UTC, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2023” se concluye:

- El análisis de VARIANZA evidencia que existe diferencias significativas a la aplicación de tres láminas de riego. Siendo el tratamiento T3 (80%Etc) el que presentó la mayor altura de la planta (25,19 cm), número de hojas (18,13), largo de hojas (44,27cm) y peso de la pella (0,19 kg) respecto al 100% de ETc y 90% ETc. Una menor lámina de agua (T3) da una mejor respuesta en el desarrollo del cultivo de brócoli; así. como su rendimiento
- La evaluando la eficiencia del agua en el cultivo de brócoli en zonas semiáridas como Salache evidencia que el T3 presentó la mejor eficiencia en el uso del agua (4.43kg/m³), ya que se requiere una menor cantidad de agua para producir casi el doble del T1 (2.61 kg/m³).

14. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una investigación en donde se puedan realizar otros porcentajes de láminas de riego para poder determinar cuál es el mínimo déficit que puede soportar el cultivo de brócoli.
- Se recomienda colocar los datos de evaporación lo más exacto posible para tener un mejor tiempo de riego
- Se recomienda una buena fertilización y cuidado del brócoli con un bioestimulante: Evergreen de acuerdo a la dosis indicada.

15. BIBLIOGRAFÍAS

- FAO & DRENAJES. (N° 56). *fao.org*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
Admin. (30 de Enero de 2020). *RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI*.
Obtenido de Gestiriego: <https://www.gestiriego.com/riego-por-goteo-en-el-cultivo-de-brocoli/>
- AEFA. (1997). *aefa-agronutrientes.org*. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/humus>
- Alberto, R. (2021). Evapotranspiración de referencia. *Tecnología y ciencias del agua*.
- Alchimia. (2016). *alchimiaweb.com*. Obtenido de <https://www.alchimiaweb.com/blog/cultivo-segun-latitud/#:~:text=El>
- Alessandro, M. (27 de Noviembre de 2017). *Brocoli*. Obtenido de <https://www.flores.ninja/brocoli/>
- ANTONIO, J. (25 de Agosto de 2012). *Plagas y Enfermedades del Brócoli*. Obtenido de <https://www.agromaticas.es/plagas-y-enfermedades-del-brocoli/>
- APROFEL. (2007). "*Brocoli en Ecuador*". Obtenido de http://brocoliecuador.com/brocoli_ecuatoriano.htm.
- ARON, S. F. (17 de Mayo de 2021). *COMPORTAMIENTO DE DOS VARIEDADES DE BROCOLI CON DIFERENTE DISTANCIAMIENTO DE*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANTILLAN%20FREIRE%20JHONNY%20ARON.pdf>
- Buriticá, A. (20 de Noviembre de 2020). *AGRICULTURA*. Obtenido de <https://blog.croper.com/la-arana-roja-en-tomate-principales-efectos-y-como-combatirla/>
- Cajal, A. (10 de Enero de 2020). *Prueba de Tukey: en qué consiste, caso de ejemplo, ejercicio resuelto*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/prueba-de-tukey/>
- Cajal, F. (2020). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/prueba-de-tukey/>.
- Catherine, R. (17 de Abril de 2012). *Brocoli*. Obtenido de <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/brocoli-390727.html>
- Chavarrías, M. (10 de Junio de 2013). *EROSKI Consumer*. Obtenido de <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/brocoli-fresco-mas-tiempo.html>
- Cirilo. (2021). *Evapotranspiración de referencia ETo*.
- Claudia, N. (10 de 06 de 2018). Obtenido de <https://www.cuerpamente.com/guia-alimentos/brocoli>
- COBA, K. G. (2018). "*COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea Var. Itálica)*". Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29254/1/Tesis-224%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20622.pdf>
- Contreras, C. (2021). *El riego por goteo puede evitar los hongos en el cultivo del brócoli*. Obtenido de [zamnesia.es: https://masbrocoli.com/web/el-riego-por-goteo-puede-evitar-los-hongos-en-el-cultivo-del-brocoli/](https://masbrocoli.com/web/el-riego-por-goteo-puede-evitar-los-hongos-en-el-cultivo-del-brocoli/)
- Díaz, J. M. (12 de Enero de 2016). *Brocoli (Brassica oleracea L. var. Itálica Plenck)*. Obtenido de <https://agronomoglobal.blogspot.com/2016/12/brocoli-brassica-oleracea-l-var-italica.html>
- Eric, G. (2010). ¿Después de un análisis de variancia ... qué? Ejemplos en ciencia de alimentos. *Agronomía mesoamericana*, 349-356.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del Cultivo: Guías Para Determinación Los Requerimientos de Agua de Los Cultivos (Estudios Fao: Riego y Drenaje)*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>

- FAO. (2023). *Los Fertilizantes y su uso*. Alabama USA. Obtenido de [https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3430/KALE D%20RICARDO%20MILA%20SAAVEDRA.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3430/KALE%20RICARDO%20MILA%20SAAVEDRA.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- FAO, P. M. (julio de 2022). *Tanque evaporimetro*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335808675_Coeficiente_del_tanque_evaporimetro_Clase_A_para_estimar_la_evapotranspiracion_de_referencia_para_el_valle_de_Tumbaco
- FAO, P. M. (julio de 2022). *Tanque Evaporimetro*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335808675_Coeficiente_del_tanque_evaporimetro_Clase_A_para_estimar_la_evapotranspiracion_de_referencia_para_el_valle_de_Tumbaco
- Fernandez, A. (2014). *¿Qué es la evaporación?*
- Flores.L. (2018). *fitoabonos.com*. Obtenido de <http://fitoabonos.com.pe/producto/biocompost-premium/>
- François Houtart, M. R. (21 de Diciembre de 2013). *CDTM*. Obtenido de <https://www.cadtm.org/El-brocoli-amargo#:~:text=En%20Ecuador%2C%20solo%20tres%20agroindustrias,y%20la%20%20C3%20BAltima%20en%20Pichincha.>
- Gallo, G. (Junio de 2023). *Inecol.mx*. Obtenido de Brocoli: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/planta-del-mes/37-planta-del-mes/735-brocoli>
- García. (2015). *EVAPOTRANSPIRACIÓN*.
- González, R. (2010). Coeficiente de cultivo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*.
- Herogra. (16 de Noviembre de 2020). *Fertilización del cultivo de brócoli*. Obtenido de <https://herografertilizantes.com/fertilizacion-del-cultivo-de-brocoli/>
- Hurtado, M. (Diciembre de 2010). *El manejo integrado de Plutella xylostella en brócoli, coliflor y repollo con combinaciones selectas de microtúneles, nematodo entomopatógeno, refugios, y el insecticida Rynaxypyr en Zamorano, Honduras*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/07bbc31e-6921-4ecb-acc0-e9dd0539d2d4/content>
- INIAP. (2021). *agricultura.gob.ec*. Obtenido de [https://www.agricultura.gob.ec/iniap-fortalece-a-sus-tecnicos-para-atender-solicitudes-para-cultivo-de-canamo/#:~:text=Seg%20la%20normativa%20aprobada%20por,%25%20de%20tetrahidrocannabinol%20\(THC\).](https://www.agricultura.gob.ec/iniap-fortalece-a-sus-tecnicos-para-atender-solicitudes-para-cultivo-de-canamo/#:~:text=Seg%20la%20normativa%20aprobada%20por,%25%20de%20tetrahidrocannabinol%20(THC).)
- INTA. (2015). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/inta>
- Ivaldi, T. (23 de Agosto de 2022). *Diseño experimental: definición y ejemplos*. Obtenido de <https://tesisymasters.com.co/disenio-experimental/>
- Jensen, M. B. (1990). Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. En F. 56, *ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70 Am. Soc. Civil Engrs* (pág. 360). New York, Estados Unidos de América.
- Kaled, M. (2020). REQUERIMIENTOS AGRONÓMICOS PARA UN MODELO PRODUCTIVO DE BROCOLI EN LA PROVINCIA DEL SUMAPAZ. En K. mila. FUSAGASUGÁ.
- Laserna, S. (21 de Julio de 2013). *Estimación de las necesidades netas y brutas de riego usando el método del balance de agua*. Obtenido de <https://www.agroes.es/agricultura/agua-riegos-regadios/331-necesidades-netas-y-brutas-de-riego-metodo-del-balance-de-agua>
- Leon, C. y. (2014). *inforiego.org*. Obtenido de https://www.inforiego.org/opencms/opencms/info_tecnica/6_agronomia/index.html#:~

- :text=La%20dosis%20de%20riego%20m%C3%A1xima,potencial%20productivo%20se%20viera%20mermado.
- Londoño. (2023). *Control Biológico de la Polilla Dorso de Diamante Plutella xylostella (t) (Lepidoptera: Yponomeutidae)*. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16360/40435_25480.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Maldonado, C., & Belén, E. (2012). *Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura convencional : estudio de caso del cultivo de brócoli*. QUITO / PUCE / 2012.
- Martinez, A. (Junio de 27 de 2015). *Temperatura*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/temperatura/>
- MARTINEZ, R. (30 de Noviembre de 2004). *Cultivo de brocoli*. Obtenido de [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1318/EL%20CULTIVO%20DEL%20BROCOLI%20\(Brassica%20oleracea%20var.%20italica\)%20EN%20EL%20NORTE%20DE%20GUANAJUATO.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1318/EL%20CULTIVO%20DEL%20BROCOLI%20(Brassica%20oleracea%20var.%20italica)%20EN%20EL%20NORTE%20DE%20GUANAJUATO.pdf?sequence=1)
- Molina, F. (2014). *Estimación de la eficiencia del uso del agua (EUA) y Kdpv para plantas jóvenes de Jatropha Curcas*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/148227>
- Mondino. (2014). *alice.cnptia.embrapa.br*. Obtenido de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1012615/1/2014LV01.pdf>
- Montoya, J. (2011). *Diseños experimentales ¿qué son y cómo se utilizan*. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciaymar/2011/no43/7.pdf>
- Naturagro.S.A. (2022). *naturagro.net*. Obtenido de <https://naturagro.net/evergreen/>
- Orjuela, H. (06 de octubre de 2021). *2x3.cl*. Obtenido de <https://www.2x3.cl/p/precios-instalacion-sistema-riego#:~:text=El%20precio%20promedio%20de%20instalar,%246.000%20pesos%20por%20metro%20cuadrado>
- Palma.C. (2020). *repositorio.ucsp.edu.pe*. Obtenido de https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16204/4/PALMA_UGARTE_CAR_CAN.pdf
- piranha. (03 de Julio de 2020). *piranha.cl*. Obtenido de <https://piranha.cl/blog/ciencia/riego-con-que-frecuencia-y-en-que-cantidad>
- Portillo.G. (2019). *jardineriaon.com*. Obtenido de <https://www.jardineriaon.com/perlita.html>
- Rodriguez, A. (08 de Enero de 2014). *EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO Y DIFERENTES FRECUENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PIMENTÓN*. Obtenido de <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/591-c-Rodr%C3%ADguez-6.pdf>
- SALAZAR. (1999). *"Cultivo de hortalizas"*. Obtenido de http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/competitividad_brocoli.pdf
- Sánchez, E. J. (27 de Febredo de 2015). *Diseño Completamente al Azar*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/lemalimentos/11-diseo-completamente-al-azar>
- SIG. (2023). *Significados.com*. Obtenido de *Temperatura*: <https://www.significados.com/temperatura/>
- Toledo H., J. (Noviembre de 2003). *Cultivo de brocoli*. Obtenido de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/895>
- Toledo, J. (noviembre de 2003). *INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA*. Obtenido de https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/272/1/Cultivo_brocoli%20INIA%20MINAGRI.pdf

- Valdivieso, A. (02 de Agosto de 2020). *¿Qué es la evaporación del agua?* Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-evaporacion-agua>
- Valera, K. (10 de Agosto de 2022). *¿Qué es un brócoli? - Características, propiedades y beneficios.* Obtenido de Enciclopedia de Biología: <https://enciclopediadebiologia.com/brocoli/>
- Voser. (2020). *cannaconnection.com.* Obtenido de <https://www.cannaconnection.com/es/blog/1895-como-usar-riego-goteo>
- Washington, P. (25 de julio de 2022). *grupoclinicagricola.com.* Obtenido de <https://www.grupoclinicagricola.com/blog-produccion-limpia-del-cannabis-medicinal-Ecuador-p2.html>
- ZAMBRANO, L. (19 de Febrero de 2023). *El brócoli ecuatoriano conquista más el mercado internacional especial a Japón.* Obtenido de <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/brocoli-ecuatoriano-conquista-mercado-internacional-especial-japon-151190.html>
- Zamora, E. (Enero de 2016). Obtenido de Cultivo de brocoli: <https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf>
- Zamora, E. (Enero de 2016). *Cultivo de brocoli.* Obtenido de <https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf>
- Zamora, Everardo. (Enero de 2016). *Producción de hortalizas DAG/HORT-010.* Obtenido de <https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf>
- Zita, F. A. (2022). *Que es la evaporacion.* Obtenido de <https://www.significados.com/evaporacion/>

16. ANEXOS

Anexo 1. Adquisición de las plántulas.



Anexo 2. Componentes del sistema de riego.



Anexo 3. Coeficiente del tanque evaporímetro (Kp)

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

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

Anexo 4. Trasplante



Anexo 5. Aplicación de riego por goteo



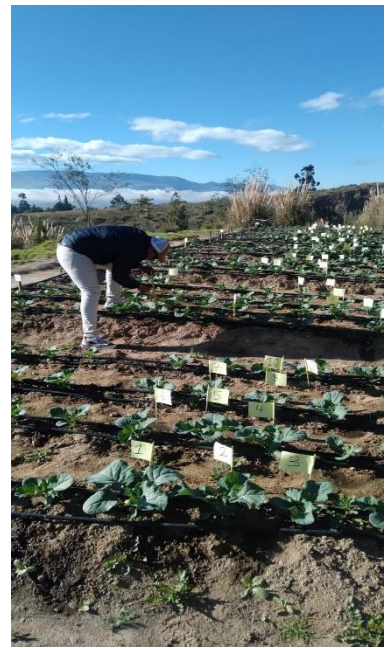


Anexo 6. Toma de datos (Evapotranspiración 7am)

EVAPORACIÓN				EVAPORACIÓN			
A	AGUA SACADA (ml)	AGUA AÑADIDA (ml)	MICRÓMETRO (mm)	HORA	AGUA SACADA (ml)	AGUA AÑADIDA (ml)	MICRÓMETRO (mm)
			44.8	07			45.3
			48.0	13			44.9
			45.3	19			44.6
	VIENTO VELETA				VIENTO VELETA		
SUBSIDIDAD				HORA			

EVAPORACIÓN				EVAPORACIÓN			
HORA	AGUA SACADA (ml)	AGUA AÑADIDA (ml)	MICRÓMETRO (mm)	HORA	AGUA SACADA (ml)	AGUA AÑADIDA (ml)	MICRÓMETRO (mm)
07			26.2	07			23.3
13			24.5	13			22.1
19			23.1	19			21.0
	VIENTO VELETA				VIENTO VELETA		
HORA	SUBSIDIDAD OCTAVOS	DIRECCIÓN	VELOCIDAD	HORA	SUBSIDIDAD OCTAVOS	DIRECCIÓN	VELOCIDAD (m/s)

Anexo 7. Toma de datos (altura, largo de la hoja, número de hojas)



Anexo 8. Coeficiente basal del cultivo K_c

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

Fuente: (FAO & DRENAJES, N° 56)

Anexo 9. Fertilización



Anexo 10. Tiempo de riego por tratamiento durante el ciclo del cultivo de *Brassica oleracea* var. *Itálica*.

Fecha	Evaporación diaria (mm)	Eto (mm/día) Ev*Kp	Etc (mm/día) Eto*Kc	Dosis de riego (mm/día)	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
1/5/2023	1,6	1,0	0,7	0,8	0,0	0:01:11	0,018	0:01:04	0,016	0:00:57
2/5/2023	1,8	1,2	0,8	0,9	0,0	0:01:20	0,020	0:01:12	0,018	0:01:04
3/5/2023	3,6	2,3	1,6	1,8	0,0	0:02:41	0,040	0:02:25	0,036	0:02:09
4/5/2023	0,8	0,5	0,4	0,4	0,0	0:00:36	0,009	0:00:32	0,008	0:00:29
5/5/2023	3,1	2,0	1,4	1,6	0,0	0:02:18	0,035	0:02:05	0,031	0:01:51
6/5/2023	3,6	2,3	1,6	1,8	0,0	0:02:41	0,040	0:02:25	0,036	0:02:09
7/5/2023	3	2,0	1,4	1,5	0,0	0:02:14	0,033	0:02:01	0,030	0:01:47
8/5/2023	6,1	4,0	2,8	3,1	0,1	0:04:32	0,068	0:04:05	0,061	0:03:38
9/5/2023	6,2	4,0	2,8	3,1	0,1	0:04:37	0,069	0:04:09	0,062	0:03:41
10/5/2023	-47,6	(30,9)	(21,7)	(24,1)	(0,6)	23:24:34	-0,531	23:28:06	-0,472	23:31:39

11/5/20 23	1,7	1,1	0,8	0,9	0,0	0:01:16	0,019	0:01:08	0,017	0:01:01
12/5/20 23	4	2,6	1,8	2,0	0,0	0:02:59	0,045	0:02:41	0,040	0:02:23
13/5/20 23	6	3,9	2,7	3,0	0,1	0:04:28	0,067	0:04:01	0,060	0:03:34
14/5/20 23	4	2,6	1,8	2,0	0,0	0:02:59	0,045	0:02:41	0,040	0:02:23
15/5/20 23	4,3	2,8	2,0	2,2	0,1	0:03:12	0,048	0:02:53	0,043	0:02:34
16/5/20 23	3,3	2,1	1,5	1,7	0,0	0:02:27	0,037	0:02:13	0,033	0:01:58
17/5/20 23	4,8	3,1	2,2	2,4	0,1	0:03:34	0,054	0:03:13	0,048	0:02:51
18/5/20 23	5,2	3,4	2,4	2,6	0,1	0:03:52	0,058	0:03:29	0,052	0:03:06
19/5/20 23	3,7	2,4	1,7	1,9	0,0	0:02:45	0,041	0:02:29	0,037	0:02:12
20/5/20 23	1,4	0,9	0,6	0,7	0,0	0:01:03	0,016	0:00:56	0,014	0:00:50
21/5/20 23	3,4	2,2	1,5	1,7	0,0	0:02:32	0,038	0:02:17	0,034	0:02:01
22/5/20 23	1,6	1,0	0,7	0,8	0,0	0:01:11	0,018	0:01:04	0,016	0:00:57
23/5/20 23	4,5	2,9	2,0	2,3	0,1	0:03:21	0,050	0:03:01	0,045	0:02:41
24/5/20 23	7,2	4,7	3,3	3,6	0,1	0:05:21	0,080	0:04:49	0,071	0:04:17
25/5/20 23	1,5	1,0	0,7	0,8	0,0	0:01:07	0,017	0:01:00	0,015	0:00:54
26/5/20 23	2	1,3	0,9	1,0	0,0	0:01:29	0,022	0:01:20	0,020	0:01:11
27/5/20 23	5,3	3,4	2,4	2,7	0,1	0:03:57	0,059	0:03:33	0,053	0:03:09
28/5/20 23	1,8	1,2	0,8	0,9	0,0	0:01:20	0,020	0:01:12	0,018	0:01:04
29/5/20 23	3,7	2,4	1,7	1,9	0,0	0:02:45	0,041	0:02:29	0,037	0:02:12
30/5/20 23	2,45	1,6	1,1	1,2	0,0	0:01:49	0,027	0:01:38	0,024	0:01:28
31/5/20 23	2,3	1,5	1,0	1,2	0,0	0:01:43	0,026	0:01:32	0,023	0:01:22
1/6/202 3	1,9	1,2	0,9	1,0	0,0	0:01:25	0,021	0:01:16	0,019	0:01:08
2/6/202 3	2,7	1,8	1,2	1,4	0,0	0:02:01	0,030	0:01:48	0,027	0:01:36
3/6/202 3	2,3	1,5	1,0	1,2	0,0	0:01:43	0,026	0:01:32	0,023	0:01:22
4/6/202 3	-26	(16,9)	(11,8)	(13,1)	(0,3)	23:40:38	-0,290	23:42:3 4	- 0,258	23:44:30

5/6/2023	6,49	4,2	3,0	3,3	0,1	0:04:50	0,072	0:04:21	0,064	0:03:52
6/6/2023	1,9	1,2	0,9	1,0	0,0	0:01:25	0,021	0:01:16	0,019	0:01:08
7/6/2023	3	2,0	1,4	1,5	0,0	0:02:14	0,033	0:02:01	0,030	0:01:47
8/6/2023	4,5	2,9	2,0	2,3	0,1	0:03:21	0,050	0:03:01	0,045	0:02:41
9/6/2023	3,6	2,3	1,6	1,8	0,0	0:02:41	0,040	0:02:25	0,036	0:02:09
10/6/2023	4	2,3	1,6	1,8	0,0	0:02:41	0,040	0:02:25	0,036	0:02:09
11/6/2023	4,9	3,2	2,2	2,5	0,1	0:03:39	0,055	0:03:17	0,049	0:02:55
12/6/2023	2	1,3	0,9	1,0	0,0	0:01:29	0,022	0:01:20	0,020	0:01:11
13/6/2023	0,4	0,3	0,2	0,2	0,0	0:00:18	0,004	0:00:16	0,004	0:00:14
14/6/2023	59	38,4	26,8	29,8	0,7	0:43:54	0,659	0:39:31	0,585	0:35:07
15/6/2023	2,9	1,9	1,3	1,5	0,0	0:02:09	0,032	0:01:57	0,029	0:01:44
16/6/2023	2	1,3	0,9	1,0	0,0	0:01:29	0,022	0:01:20	0,020	0:01:11
17/6/2023	5,5	3,6	2,5	2,8	0,1	0:04:06	0,061	0:03:41	0,055	0:03:16
18/6/2023	4,2	2,7	1,9	2,1	0,1	0:03:08	0,047	0:02:49	0,042	0:02:30
19/6/2023	3,7	2,4	1,7	1,9	0,0	0:02:45	0,041	0:02:29	0,037	0:02:12
20/6/2023	6,1	4,0	2,8	3,1	0,1	0:04:32	0,068	0:04:05	0,061	0:03:38
21/6/2023	5,5	3,6	2,5	2,8	0,1	0:04:06	0,061	0:03:41	0,055	0:03:16
22/6/2023	2,2	1,4	1,5	1,7	0,0	0:02:27	0,037	0:02:13	0,033	0:01:58
23/6/2023	3,2	2,1	2,2	2,4	0,1	0:03:34	0,054	0:03:13	0,048	0:02:51
24/6/2023	2,5	1,6	1,7	1,9	0,0	0:02:47	0,042	0:02:31	0,037	0:02:14
25/6/2023	3,8	2,5	2,6	2,9	0,1	0:04:14	0,064	0:03:49	0,057	0:03:24
26/6/2023	0,3	0,2	0,2	0,2	0,0	0:00:20	0,005	0:00:18	0,004	0:00:16
27/6/2023	7,5	4,9	5,1	5,7	0,1	0:08:22	0,126	0:07:32	0,112	0:06:42
28/6/2023	3	2,0	2,0	2,3	0,1	0:03:21	0,050	0:03:01	0,045	0:02:41
29/6/2023	3,2	2,1	2,2	2,4	0,1	0:03:34	0,054	0:03:13	0,048	0:02:51

30/6/20 23	2,2	1,4	1,5	1,7	0,0	0:02:27	0,037	0:02:13	0,033	0:01:58
1/7/202 3	2	1,3	1,4	1,5	0,0	0:02:14	0,033	0:02:01	0,030	0:01:47
2/7/202 3	1,7	1,1	1,2	1,3	0,0	0:01:54	0,028	0:01:42	0,025	0:01:31
3/7/202 3	2,9	1,9	2,0	2,2	0,1	0:03:14	0,049	0:02:55	0,043	0:02:35
4/7/202 3	4,5	2,9	3,1	3,4	0,1	0:05:01	0,075	0:04:31	0,067	0:04:01
5/7/202 3	4,2	2,7	2,9	3,2	0,1	0:04:41	0,070	0:04:13	0,063	0:03:45
6/7/202 3	1,7	1,1	1,2	1,3	0,0	0:01:54	0,028	0:01:42	0,025	0:01:31
7/7/202 3	3,5	2,3	2,4	2,7	0,1	0:03:54	0,059	0:03:31	0,052	0:03:08
8/7/202 3	6,5	4,2	4,4	4,9	0,1	0:07:15	0,109	0:06:32	0,097	0:05:48
9/7/202 3	7,2	4,7	4,9	5,5	0,1	0:08:02	0,121	0:07:14	0,107	0:06:26
10/7/20 23	1,7	1,1	1,2	1,3	0,0	0:01:54	0,028	0:01:42	0,025	0:01:31
11/7/20 23	-16,1	(10,5)	(11,0)	(12,2)	(0,3)	23:42:01	-0,270	23:43:4 9	- 0,240	23:45:36
12/7/20 23	1,7	1,1	1,2	1,3	0,0	0:01:54	0,028	0:01:42	0,025	0:01:31
13/7/20 23	4,3	2,8	2,9	3,3	0,1	0:04:48	0,072	0:04:19	0,064	0:03:50
14/7/20 23	2,9	1,9	2,0	2,2	0,1	0:03:14	0,049	0:02:55	0,043	0:02:35
15/7/20 23	7,7	5,0	5,3	5,8	0,1	0:08:36	0,129	0:07:44	0,115	0:06:53
16/7/20 23	(12,0)	(7,8)	(8,2)	(9,1)	(0,2)	23:46:35	-0,201	23:47:5 6	- 0,179	23:49:16
17/7/20 23	4,0	2,6	2,7	3,0	0,1	0:04:28	0,067	0:04:01	0,060	0:03:34
18/7/20 23	4,5	2,9	3,1	3,4	0,1	0:05:01	0,075	0:04:31	0,067	0:04:01
19/7/20 23	6,5	4,2	4,4	4,9	0,1	0:07:15	0,109	0:06:32	0,097	0:05:48
20/7/20 23	7,7	5,0	5,3	5,8	0,1	0:08:36	0,129	0:07:44	0,115	0:06:53
21/7/20 23	5,5	3,6	3,8	4,2	0,1	0:06:08	0,092	0:05:32	0,082	0:04:55
22/7/20 23	3,0	2,0	2,0	2,3	0,1	0:03:21	0,050	0:03:01	0,045	0:02:41
23/7/20 23	4,5	2,9	3,1	3,4	0,1	0:05:01	0,075	0:04:31	0,067	0:04:01
24/7/20 23	4,5	2,9	3,1	3,4	0,1	0:05:01	0,075	0:04:31	0,067	0:04:01

25/7/20 23	5,5	3,6	3,8	4,2	0,1	0:06:08	0,092	0:05:32	0,082	0:04:55
26/7/20 23	7,2	4,7	4,9	5,5	0,1	0:08:02	0,121	0:07:14	0,107	0:06:26
27/7/20 23	(12,0)	(7,8)	(8,2)	(9,1)	(0,2)	23:46:35	-0,201	23:47:5 6	- 0,179	23:49:16
28/7/20 23	7,7	5,0	5,3	5,8	0,1	0:08:36	0,129	0:07:44	0,115	0:06:53
29/7/20 23	2,9	1,9	2,0	2,2	0,1	0:03:14	0,049	0:02:55	0,043	0:02:35
30/7/20 23	4,0	2,6	2,7	3,0	0,1	0:04:28	0,067	0:04:01	0,060	0:03:34
31/7/20 23	3,5	2,3	2,4	2,7	0,1	0:03:54	0,059	0:03:31	0,052	0:03:08
1/8/202 3	1,7	1,1	1,2	1,3	0,0	0:01:54	0,028	0:01:42	0,025	0:01:31
2/8/202 3	2,9	1,9	2,0	2,2	0,1	0:03:14	0,049	0:02:55	0,043	0:02:35
3/8/202 3	5,5	3,6	3,8	4,2	0,1	0:06:08	0,092	0:05:32	0,082	0:04:55
4/8/202 3	1,7	1,1	1,2	1,3	0,0	0:01:54	0,028	0:01:42	0,025	0:01:31
5/8/202 3	7,7	5,0	5,3	5,8	0,1	0:08:36	0,129	0:07:44	0,115	0:06:53
6/8/202 3	6,5	4,2	4,4	4,9	0,1	0:07:15	0,109	0:06:32	0,097	0:05:48
7/8/202 3	4,5	2,9	3,1	3,4	0,1	0:05:01	0,075	0:04:31	0,067	0:04:01

Anexo 11. Cosecha



Anexo 12. Peso de la pella



Anexo 13. Hoja de vida del Tutor



Información Personal:

Apellidos y Nombres:	ILBAY YUPA MERCY LUCILA
----------------------	--------------------------------

Fecha de nacimiento: 30/10/1983	Nacionalidad: Ecuatoriana
---------------------------------	---------------------------

Cédula o Pasaporte: 0604147900	Género: Femenino <input checked="" type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Otro: <input type="checkbox"/>
--------------------------------	--

Teléfono(s): Celular/ Convencional	Correo electrónico personal:
------------------------------------	------------------------------

0987533861

merckyu.2019@gmail.com

Formación Académica:

Nivel de Estudio	No Registro Senescyt	Institución Educativa	Años de estudios	Título Obtenido	País
Tercer Nivel	1002-11-1057373	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	5.5	Ingeniera Agronomía	Ecuador
Cuarto Nivel/ Maestría	1018-15-86064242	Universidad agraria del ecuador	2	Magister en Riego y Drenaje	Ecuador
Cuarto Nivel/ PhD	6041160361	Universidad Nacional Agraria La Molina	3	Doctoris Philosophiae en Recursos Hídricos	Perú

Idiomas: Suficiencia lengua diferente al castellano / Lengua inglesa

Nivel de Suficiencia	Institución que certifica	Fecha
B1- Lengua diferente al castellano	Escuela Politécnica Nacional	28/4/2016

Educación Continua:					
Nombre de la capacitación	Institución	Nro. de horas	Tipo de Certificado	Fecha de Ingreso	Fecha de salida
Curso de Formación Básica para la Docencia Universitaria	Universidad Nacional de Loja	80	Aprobación	18/8/2021	29/9/2021
Gestión Sostenible de Socio Ecosistemas en los Andes	IPROMO Latinoamericano	40	Aprobación	17/5/2021	1/6/2021
Mountains in a changing climate: Threats, challenges and Opportunities	Università di Torino - Mountain Partnership - Università degli Studi	40	Aprobación	28/9/2020	9/10/2020

Bajemos la temperatura: De la ciencia climática a la acción	COURSERA	40	Aprobación	1/1/2020	5/1/2020
Gestión del recurso hídrico para una agricultura resiliente al cambio climático	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura	40	Aprobación	25/10/2019	31/10/2019
Cálculo y evaluación de la huella hídrica como herramienta para la sostenibilidad territorial y la adaptación al cambio climático	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura	40	Aprobación	28/8/2019	3/9/2019
Enfoques de la Escuela Nacional de Irrigación Parcelaria	MAG-Cooperación Española	28	Aprobación	20/2/2019	26/2/2019
Programa de formación de evaluadores internos	Universidad Técnica de Cotopaxi – Dirección de evaluación y aseguramiento de la calidad	100	Aprobación	10/12/2018	25/2/2019
Docencia universitaria: planificación y evaluación educativa	Dirección de educación a distancia y virtual de la Universidad Técnica de Ambato	90	Aprobación	26/2/2018	28/3/2018
VI congreso REDU	REDU y la Universidad Técnica del Norte	20	Aprobación	14/11/2018	16/11/2018

Experiencia Docente:				
Nombre de la Institución	Unidad Académica	Cargo desempeñado	Fecha de Ingreso	Fecha de salida
Universidad Técnica de Cotopaxi	Escuela de ingeniería ambiental	Docente de Hidráulica, Hidrología, Manejo Integrado de Recursos Hídricos y Cambio	1/6/2017	30/9/2022
Universidad Politécnica Salesiana- Sede Quito	Posgrados/ Maestría Recursos Hídricos	Docente de Diseño hidráulico de sistemas de riego	23/9/2021	23/10/2021
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Escuela de ingeniería agronomía	Docente de Riego y Drenaje, Diseño de sistemas de Riego	1/4/2014	28/2/2015

Dirección de tesis:			
Título de la Tesis	Institución	Tipo	Año de Dirección
DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA AGRÍCOLA EN LAS COMUNIDADES LA DOLOROSA Y EL PANECILLO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL USO DEL RECURSO HÍDRICO	UTC	Posgrado – Maestría	2022
: DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO MEDIANTE SIG: CASO DE ESTUDIO EN LA COMUNIDAD LA LIBERTAD, PARROQUIA CANGAHUA	UTC	Posgrado – Maestría	2022
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO SUSTENTABLE Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO AGROPECUARIO DE LA COMUNIDAD DE PUETAQUÍ, CANTÓN PIMAMPIRO, PROVINCIA DE IMBABURA		Posgrado - Maestría	2023

Experiencia en Gestión y Dirección Académica:			
Nombre del cargo	Institución	Fecha inicio	Fecha fin
Coordinadora de la comisión del diseño del programa de Maestría en Gestión Ambiental	UTC/posgrado	1/3/2019	31/3/2021
Editor General de la revista RENPYS	UTC	01/01/2022	Actualidad

Evaluación Docente:		
Institución	Periodo Académico	Puntaje
UTC	Octubre 2021-marzo 2022	92.29
UTC	Abril 2021-agosto 2021	95.44
UTC	Octubre 2020-marzo 2021	97.67
UTC	Mayo 2020- septiembre 2020	96.09

Proyectos de investigación:					
Nombre del Proyecto	Tipo	Institución	Fecha de Inicio	Fecha Fin	Duración (aa-mm-dd)
Impactos del cambio climático en el Ecuador	Participación	Universidad Técnica de Cotopaxi	16/7/2021	31/7/2023	9 meses - actual

Métodos de completación de datos faltantes en la subcuenca del río Patate y evaluación espacio temporal de la calidad del agua del río Cutuchi	Dirección	Universidad Técnica de Cotopaxi	1/6/2017	31/8/2018	1 año 2 meses
Islas flotantes artificiales Ecuador (IFAE)	Participación	Universidad Técnica de Cotopaxi	1/6/2017	31/8/2018	1 año 2 meses
Impactos del cambio climático en la hidrología de la cuenca del río Ramis, Puno-Perú	Participación	Universidad Agraria La Molina	1/8/2015	31/8/2016	1 año

Anexo 14. Hoja de vida del estudiante**INFORMACIÓN PERSONAL**

APELLIDOS: BURBANO VEINTIMILLA

NOMBRES: MARCOS ISMAEL

ESTADO CIVIL: SOLTERO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 055025760-4

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LATACUNGA, 11 DICIEMBRE/1998

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: LASO CENTRO

NÚMEROS TELEFÓNICOS: 0987714447

E-MAIL: marcos.burbano7604@utc.edu.ec

marcosismaelburbanoveintimilla@gmail.com

EDAD: 24 AÑOS

INSTRUCCIÓN ACADÉMICA

PRIMARIA: Unidad Educativa “San José La Salle”

SECUNDARIA: Instituto “Simón Rodríguez”

BACHILLER: Técnico en el campo agrícola

Anexo 15. Aval del Traductor,



AVAL DE TRADUCCIÓN

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“RESPUESTA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO DEFICITARIO EN LAS TERRAZAS DE BANCO EN EL CAMPUS SALACHE-UTC, 2023”** presentado por: **Burbano Veintimilla Marcos Ismael**, egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma

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

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,



FIRMADO DIGITALMENTE POR:
BLANCA GLADYS
SANCHEZ AVILA



**CENTRO
DE IDIOMAS**

MSc. Blanca Gladys Sánchez A.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 2100275375