

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO CASERO POR GOTEO EN LA PRODUCCIÓN DE ACELGA (*Beta vulgaris var. cicla*) EN AGRICULTURA URBANA”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTOR:**

Christian Mauricio Mora Córdova

**TUTORA:**

Ing. Agr. Rita Cumandá Santana Mayorga. Mg.

**CEVALLOS, 2023**

**“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO CASERO POR GOTEO EN LA PRODUCCIÓN DE ACELGA (*Beta vulgaris var. cicla*) EN AGRICULTURA URBANA”**

REVISADO POR:

.....

Ing. Agr. Rita Cumandá Santana Mayorga. Mg.

**TUTOR**

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**

**Fecha**

.....

17de marzo de 2023

Dr. Oscar Patricio Núñez

**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**

.....

17de marzo de 2023

Ing. Segundo E. Curay

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE**

**CALIFICACIÓN**

.....

17de marzo de 2023

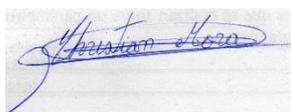
Ing. Alberto C. Gutiérrez A.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE**

**CALIFICACIÓN**

## **AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN**

El suscrito, Christian Mauricio Mora Córdova, portador de cédula de ciudadanía número: 1804733838, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado “**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO CASERO POR GOTEO EN LA PRODUCCIÓN DE ACELGA (*Beta vulgaris var. cicla*) EN AGRICULTURA URBANA**” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature appears to read 'Christian Mora'.

---

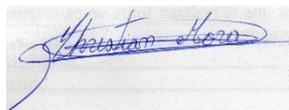
**MORA CÓRDOVA CHRISTIAN MAURICIO  
AUTOR**

## **DERECHO DE AUTOR**

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO CASERO POR GOTEO EN LA PRODUCCIÓN DE ACELGA (*Beta vulgaris var. cicla*) EN AGRICULTURA URBANA”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe final, o parte de él.

A handwritten signature in blue ink, reading "Christian Mora", is written over a horizontal line.

---

**MORA CÓRDOVA CHRISTIAN MAURICIO**  
**AUTOR**

## **DEDICATORIA**

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

También quiero dedicarle este trabajo a mi esposa Paola. Por tu paciencia, por tu comprensión, por tu empeño, por tu fuerza, por tu amor, porque la quiero. Debo pedirle perdón porque ha sufrido el impacto directo de las consecuencias del trabajo realizado. Realmente, ella me ayuda a alcanzar el equilibrio que me permite dar todo mi potencial. Nunca dejaré de estar agradecido por esto.

## **AGRADECIMIENTO**

Al observar los resultados obtenidos con este proyecto, solamente se me ocurre una palabra: ¡Gracias!

Todo el esfuerzo ejecutado fue posible gracias al apoyo incondicional de Paola, mi esposa, que estuvo y está a mi lado en los momentos difíciles, y a mi hijo, Ian, cuyo apoyo y paciencia fue puesta a prueba en incontables ocasiones.

Gracias, también, a mi padre y a madre, que me dieron todo lo que necesité, y a mis amigos, que me dieron su contención.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I .....	13
INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO II .....	16
MARCO TEÓRICO .....	16
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN .....	16
2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES .....	18
2.2.1. El agua como recurso limitado .....	18
2.2.2. Aspectos sociales, económicos y medioambientales del riego .....	19
2.2.2.1. Aspectos Sociales: .....	19
2.2.2.2. Aspectos Económicos: .....	20
2.2.2.3. Aspectos Medioambientales: .....	20
2.2.3. Método de riego .....	21
2.2.3.1. Riego por superficie .....	22
2.2.3.2. Riego por aspersión .....	22
2.2.3.3. Riego localizado o micro riego .....	23
2.2.3.4. Método de riego casero por goteo .....	23
2.2.4. ¿Qué es la agricultura urbana? .....	25
2.2.4.1. Inicios de la agricultura urbana .....	25
2.2.4.2. Agricultura urbana (y familiar), una alternativa local viable .....	25
2.2.5. Producción de alimentos a nivel mundial .....	26
2.2.5.1. Poblacional Mundial .....	27
2.2.5.2. Crecimiento poblacional .....	27
2.2.5.3. Consumo alimenticio .....	27
2.2.6. Importancia del cultivo de acelga ( <i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i> ) .....	28
2.2.6.1. Características morfológicas de la acelga .....	28
2.2.6.2 Características fisiológicas de la acelga .....	29
CAPÍTULO III .....	30
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	30
3.1. HIPÓTESIS .....	30
3.2. OBJETIVOS .....	30
3.2.1. Objetivo general .....	30

3.2.2. Objetivos específicos .....	30
CAPÍTULO IV .....	31
MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	31
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR .....	31
4.2.1. Clima .....	31
4.2.2. Suelo .....	31
4.2.3. Agua .....	32
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES .....	32
4.3.1. Materiales de campo .....	32
4.3.2. Materiales biológicos .....	32
4.3.3. Equipos .....	33
4.4. FACTORES DE ESTUDIO .....	33
4.4.1 Tratamientos .....	33
4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	34
4.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	34
4.6.1. Preparación de los recipientes .....	34
4.6.2. Preparación del sustrato .....	34
4.6.2. Preparación del método de riego casero por goteo a cordón .....	35
4.6.3. Preparación del método de riego casero por goteo a tubo plástico .....	35
4.7. VARIABLES RESPUESTA .....	35
4.7.1. Volumen radicular .....	35
4.7.2. Longitud de raíz .....	36
4.7.3. Número de hojas .....	36
4.7.4. Longitud de las hojas .....	36
4.7.5. Ancho de la hoja .....	36
4.7.6. Consumo de agua .....	36
4.7.7. Cantidad luz día .....	37
4.7.8. Temperatura .....	37
4.7.9. Eficiencia .....	37
4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	37
CAPÍTULO V .....	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
5.1. Análisis e interpretación de los resultados .....	38

5.1.1. Volumen radicular .....	38
5.1.2. Longitud de raíz .....	39
5.1.3. Número de hojas .....	39
5.1.4. Longitud de hojas .....	40
5.1.5. Ancho de hojas .....	41
5.1.6. Consumo de agua .....	41
5.1.7. Cantidad de luxes .....	42
5.1.8. Temperatura ambiental .....	43
5.1.9. Eficiencia de riego .....	43
Cantidad de producción por kilos según el método .....	45
5.3. Verificación de la hipótesis .....	45
CAPÍTULO VI .....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46
6.1. Conclusiones .....	46
6.2. Recomendaciones .....	47
BIBLIOGRAFÍA .....	49
Anexos .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ....	34
<i>Tratamientos</i> .....	34
Tabla 2. ....	39
<i>Ubicación de rangos volumen radicular en cc.</i> .....	39
Tabla 5. ....	41
<i>Ubicación de rangos longitud de hojas en cm.</i> .....	41
Tabla 7. ....	42
<i>Ubicación de rangos consumo de agua en cc.</i> .....	42
Tabla 8. ....	43
<i>Valores de temperatura máxima registrada en la semana número 3</i> .....	43
Tabla 9. ....	44
<i>Costos de producción por m2.</i> .....	44
Tabla 3. ....	54
<i>Análisis de varianza longitud de raíz cm.</i> .....	54
Tabla 4. ....	54
<i>Análisis de varianza longitud de número de hojas cm.</i> .....	54
Tabla 6. ....	55
<i>Análisis de varianza ancho de hojas cm.</i> .....	55

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de investigación se enfocó en la aplicación de técnicas de riego caseros por goteo mediante cordón y tubo plástico para la producción de acelga considerada una hortaliza de gran importancia.

Los métodos de riego se basan en la aplicación de agua a la planta, para lo cual existen diferentes formas, en esta investigación se emplearon botellas plásticas recicladas, que sirvieron como recipientes y contenedores de las plantas.

En esta investigación se emplearon botellas plásticas del reciclaje las cuales sirvieron como macetas y también como contenedores de agua del proyecto. El sustrato que se utilizó en las macetas fue en proporción de 15% abono de cuy, 15% abono de ganado, 10% cascarilla de arroz y 60% tierra de la zona. Con botellas de 0.5 litros se utilizaron como contenedores de agua de acuerdo a cada uno de los tratamientos, en los que se utilizaron una y dos botellas respectivamente.

En cuanto a la fertilización se la realizó de manera edáfica en relación de 5 gramos por planta utilizando 8-20-20 para mejorar la estructura del suelo se incorporó en el sustrato materia orgánica de origen animal.

En cada una de los contenedores de agua se colocaron cordón o pabilo para el tratamiento M1R1 y M1R2 y para el tratamiento M2R1 y M2R2 se colocó un tubo plástico a manera de catéter, regulado por una pinza para producir el efecto de goteo.

El consumo diario del agua por la planta y la evaporación se reponía todos los días con la finalidad al término del ensayo llegar a determinar la eficiencia del método empleado, el mismo que fue mejor en el tratamiento M2R2 riego por tubo plástico con una botella con un valor de 22.8 % de eficiencia.

**Palabras clave:** cordón, tubo plástico, acelga, contenedores, botellas, reciclaje.

## **ABSTRACT**

The present research work focused on the application of home drip irrigation techniques through cord and pipe for the production of chard considered a vegetable of great importance.

The irrigation methods are based on the application of water to the plant, for which there are different ways, in this investigation recycled plastic bottles were used, which served as containers for the plants.

In this research, plastic bottles from recycling were used, which served as pots and also as water containers for the project. The substrate that was used in the pots was in a proportion of 15% guinea pig manure, 15% cattle manure, 10% rice husks and 60% soil from the area. 0.5 liter bottles were used as water containers according to each of the treatments, in which one and two bottles were used respectively.

Regarding fertilization, it was carried out in an edaphic way in a relationship of 5 grams per plant using 8-20-20 to improve the soil structure, organic matter of animal origin was incorporated into the substrate.

In each of the water containers, a cord or wick was placed for the M1R1 and M1R2 treatment and for the M2R1 and M2R2 treatment, a plastic tube was placed as a catheter, regulated by a clamp to produce the dripping effect.

The daily consumption of water by the plant and evaporation was replaced every day with the purpose at the end of the test to determine the efficiency of the method used, the same one that was better in the treatment M2R2 irrigation by plastic tube with a bottle with a value of 22.8% efficiency.

**Keywords:** cord, plastic tube, chard, containers, bottles, recycling.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La adecuada práctica del riego incide grandemente en una mayor disponibilidad de agua para los regantes y mejora la producción de sus cultivos, pero también, y no menos importante, en la disminución de la contaminación de los sistemas hidrológicos de los que se nutren el conjunto de la población y espacios de alto interés ambiental. Por tanto, la mejora de los métodos de riego ayudara a un mayor nivel y calidad de vida en los agricultores y por ende población.

La importancia de un manejo adecuado del agua de riego está en el ánimo de las administraciones públicas, gestores del agua y regantes, sin embargo son frecuentes las grandes pérdidas de agua de riego por diferentes factores **(Gómez 2010)**.

Las hortalizas son de gran importancia, entre ellas la acelga es una planta bianual que pertenece a la familia *chenopodiaceae*, cuyo nombre científico es el de *Beta vulgaris* L. var. Cicla L. Este cultivo puede realizarse durante todo el año y también existe la posibilidad de realizar semillero para su posterior trasplante. La siembra de las semillas se realizan en semilleros para su posterior trasplante, el cultivo es apto para todo el año, su recolección suele iniciarse a partir de los 30 días de la siembra. **(El huerto)**.

La acelga (*Beta vulgaris*) tiene un importante valor nutricional y medicinal, posee cantidades mínimas de hidratos de carbono, proteínas y grasas, dado que su mayor peso se lo debe a su elevado contenido en agua, es rica en nutrientes reguladores, sales minerales y fibra, sus hojas más externas son las que contienen más vitaminas, el mineral más abundante es el potasio, sin embargo, se destaca por su mayor contenido en magnesio, sodio, yodo, hierro y calcio **(Candia & Quiroga 2018)**.

Es muy recomendable en dietas para el control de peso al ser muy saciante, nutritiva y con poquísimas calorías. Después de la espinaca, es la verdura más apreciada para estas dietas ya que aporta vitaminas, fibra, ácido fólico y sales minerales. Las hojas exteriores, que suelen ser las más verdes, son las que contienen mayor cantidad de vitaminas y carotenos **(Macua et. al. 2006)**.

A lo largo de la historia le han otorgado una gran cantidad de beneficios medicinales: anticancerígeno, diurético, laxante, depurador, favorece el tránsito intestinal, contra el estreñimiento (rica en fibra), ayuda a la buena formación del feto durante el embarazo, infecciones respiratorias, etc. En su contra, sólo hay que mencionar que contiene algo de ácido oxálico por lo que se debe consumir con moderación en caso de cálculos renales o litiasis renal **(SERIDA)**.

Para la cosecha en ciclos invernales (países europeos o de cuatro estaciones) se la puede realizar aproximadamente a los 75 días de la siembra, y 40-45 días para los ciclos primaverales (o todo el año en países de Latinoamérica). La cosecha se inicia cuando la planta tiene 5-6 hojas, ya sea cosechando la planta entera o las hojas externas dejando las del centro **(Goites 2008)**.

La agricultura urbana es una agricultura participativa integrada al medio urbano, que incluye la producción de vegetales, cría de animales menores y actividades de transformación y reutilización de los desechos, como el reciclaje de basura, la producción de compost etc. **(Hernández 2006)**.

Los alimentos cultivados en huertos urbano ayudarán a consumir más vitaminas y minerales, necesarios para el bienestar familiar, que muchas veces no podemos consumir en forma adecuada por su disponibilidad. Además, ayuda a mejorar el

medio ambiente incrementando los espacios verdes en casas y colonias, y ayudan a disminuir la temperatura ambiental en tiempos de calor **(Ecoagricultor 2013)**.

La contaminación a nivel mundial es un serio problema, debido al excesivo uso de material plástico en las diferentes presentaciones. En este proyecto se utilizo botellas recicladas tanto como contenedores de agua y macetas para el desarrollo del cultivo, de igual manera el agua es el elemento vital, siendo un recurso renovable, pero que depende de diferentes factores ambientales, para tener su permanencia, por lo que es de suma importancia el uso apropiado y controlado de este recurso, por lo cual se utilizo botellas plásticas con tela, manguera tipo tubo plástico que ayudan a dosificar este recurso.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En el mundo se generan al año 2.010 millones de toneladas de desechos sólidos, lo que podría llenar más de 800.000 piscinas olímpicas (**Banco Mundial 2018**). Tan solo un 16% (323 millones de toneladas) de esa basura es reciclada, y al menos 33% de ellos no son tratados (**SEMANA S.A. 2019**). Se proyecta que la rápida urbanización, el crecimiento de la población y el desarrollo económico harán que la cantidad de desechos a nivel mundial aumenten un 70% en los próximos 30 años si no se toman medidas urgentes (**Banco Mundial 2019**).

Estados Unidos es el país que produce más desechos por persona del mundo: tres veces más que la media global. Además, es una de las naciones desarrolladas con la menor capacidad de reciclaje. Alemania, por otro lado, se presenta como el país más eficiente (**SEMANA S.A. 2019**).

Se calcula que cada persona en América Latina y el Caribe genera casi 1 kilo de basura por día, unos 231 millones de toneladas de desechos anuales, de los cuales más de la mitad son alimentos (**Banco Mundial 2019**).

El reciclaje se aplica cuando la vida útil de un producto para determinada función se ha dado por agotada y usamos ese producto para otra cosa diferente para lo cual fue fabricado.

Al momento de crear la basura, se mezclan de manera irresponsable los desechos, se dice, que, si no generamos basura, cerca del 92% de los desechos se pueden reciclar de una manera a otra, en cambio cuando ya generamos la basura, solo se puede rescatar un 30% de los desechos para reciclarlos (**Sanmartín et al. 2017**).

En el Ecuador se puede realizar el reciclaje de botellas Polietileno tereftalato (PET), el proceso consta de la separación (por colores), clasificación (de tapas y etiquetas), lavado y secado de las botellas, triturado (obtención de hojuelas), fundición (creación de pellets) y venta para elaboración de nuevas botellas o subproductos del **plástico** (**El universo. 2018**).

Según estimaciones globales, entre 15% y 20% de los alimentos producidos en todo el mundo se cultiva en las ciudades y sus periferias. Sin embargo, a pesar de los numerosos estudios realizados, resulta muy difícil captar cuál es la dimensión actual de la agricultura urbana. De todos modos, esta alcanza proporciones de una representatividad nada descartable. Hay países en los que la agricultura urbana ya cuenta con un anclaje legal y ha sido implementada en diversos proyectos. En el contexto latinoamericano, pueden mencionarse a modo de ejemplo las políticas de hambre cero en Brasil, el programa estatal argentino ProHuerta o el modelo cubano de agricultura urbana en La Habana (**NUSO. ORG. 2016**).

El método de riego casero de cordón o tira de tela, emplea una botella reciclada, la cual es llenada hasta el máximo de capacidad, posterior a ello se introduce un cordón o tira de tela. El objetivo de este método es proveer de agua constante, pero de manera lenta al cultivo a realizar en la agricultura urbana. La botella se la puede colocar en la parte superior del vegetal o a su vez a un costado si es colocado al mismo nivel de la planta el agua será succionada por efecto de capilaridad o por acción de la gravedad si se la coloca en la parte superior (**AGROALIMENTANDO**).

Las hortalizas son cultivos de ciclo corto que generan mano de obra directa e ingresos a pequeños y grandes agricultores, por lo que de acuerdo a las políticas generadas por gobiernos extranjeros se plantea implementar el hambre cero a nivel mundial con cambios en la vida cotidiana, en el hogar, en el trabajo y en la comunidad apoyando a los agricultores en los mercados, para mejorar los ingresos económicos.

De igual manera las practicas de recolección del reciclaje del material PET, ayudan a disminuir el impacto ambiental y en el sector agrícola a implementar el uso de botellas plásticas para usos urbanos con la siembra de diversas hortalizas, que generan alimentos en los sectores de escasos recursos económicos y bajo poder adquisitivo de alimentos.

Con este proyecto se implemento el reciclaje de botellas plásticas y la siembra de acelga por ser una hortaliza de alto consumo en el campo y en la ciudad.

## **2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES**

### **2.2.1. El agua como recurso limitado**

El agua es un recurso vital y esencial para la vida en nuestro planeta, ya que es fundamental para la supervivencia de los seres humanos, los animales y las plantas. Sin embargo, a pesar de su importancia, el agua es un recurso limitado y finito. Aproximadamente el 70% de la superficie terrestre está cubierta por agua, pero solo el 2,5% de ella es agua dulce, y de esta, gran parte se encuentra en glaciares, acuíferos profundos y otros lugares inaccesibles para el uso humano.

Además, la demanda de agua ha aumentado significativamente en las últimas décadas debido al crecimiento de la población, la urbanización, la industrialización y la agricultura intensiva. Este aumento en la demanda de agua, junto con la

contaminación y la sobreexplotación de los recursos hídricos, ha llevado a una disminución de la calidad y cantidad de agua disponible para el consumo humano y otros usos.

El agua es un recurso vital e irremplazable, pero también es limitado y está siendo amenazado por diversos factores. Es importante que seamos conscientes de su valor y de la necesidad de utilizarlo de manera sostenible y responsable para garantizar su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.

### **2.2.2. Aspectos sociales, económicos y medioambientales del riego**

El riego es una práctica fundamental para la agricultura y la producción de alimentos, que tiene importantes aspectos sociales, económicos y medioambientales:

#### **2.2.2.1. Aspectos Sociales:**

- El riego puede generar empleo y oportunidades económicas en zonas rurales, contribuyendo al desarrollo social y económico de las comunidades locales.
- El acceso al agua de riego puede mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición de las personas, especialmente en países donde la agricultura es la principal fuente de ingresos y alimentos.
- El riego puede mejorar la calidad de vida de los agricultores y sus familias, proporcionando una fuente de ingresos más estable y segura.

#### **2.2.2.2. Aspectos Económicos:**

- El riego puede aumentar la producción y la productividad de los cultivos, lo que puede tener un impacto positivo en la economía local y nacional.
- El riego puede contribuir a la diversificación de los cultivos y la producción agrícola, permitiendo la producción de cultivos que de otra manera no serían viables en una determinada región.
- El riego puede aumentar el valor de la tierra y mejorar su productividad, lo que puede beneficiar a los propietarios de la tierra y a las comunidades locales.

#### **2.2.2.3. Aspectos Medioambientales:**

- El riego puede tener un impacto ambiental significativo, especialmente si se utiliza de manera inadecuada o ineficiente. El uso excesivo de agua puede agotar los recursos hídricos, reducir la calidad del agua y provocar la salinización del suelo.
- El riego también puede contribuir a la deforestación, la erosión del suelo y la pérdida de biodiversidad, especialmente si se utiliza para expandir la agricultura en áreas naturales protegidas o en zonas sensibles desde el punto de vista ecológico.
- Sin embargo, el riego también puede tener impactos positivos en el medio ambiente, como la conservación de suelos, la recuperación de tierras degradadas y la restauración de ecosistemas acuáticos.

### 2.2.3. Método de riego

Para un correcto desarrollo de los cultivos de forma que se consiga obtener de ellos una producción máxima, debe siempre procurarse que tengan satisfechas sus necesidades de agua.

El uso de un método de riego u otro depende de numerosos factores, entre los que es preciso destacar los siguientes:

- La topografía del terreno y la forma de la parcela, es decir la pendiente, longitud y anchura, si existen caminos, acequias u otro tipo de elemento que pueda interferir en el riego y la posibilidad de que el agua pueda ser llevada hasta la parcela sin un coste excesivo.
- Las características físicas del suelo, en particular las relativas a su capacidad para almacenar el agua de riego que debe ser puesta a disposición de las raíces de las plantas.
- Tipo de cultivo, del que es especialmente necesario conocer sus requerimientos de agua para generar producciones máximas, así como su comportamiento en situaciones de falta de agua.
- La disponibilidad de agua, aspecto muy relevante en cuanto puede ser necesario programar los riegos no en función de las necesidades de agua del cultivo sino de la posibilidad de que exista agua suficiente para regar y el precio de la misma.
- La calidad del agua de riego, lo que puede ser determinante en la elección tanto del método de riego como de ciertos componentes de la instalación.
- La disponibilidad de mano de obra, con la que se garantice la ejecución de todas las labores precisas durante el desarrollo del cultivo, en particular las referidas al riego.
- El coste de la instalación de cada sistema de riego en particular, tanto en lo que se refiere a inversión inicial como en la ejecución de los riegos y mantenimiento del sistema.

- El efecto en el medio ambiente, especialmente en el uso eficiente del agua, la calidad de las aguas de escorrentía y la erosión del suelo.

### **2.2.3.1. Riego por superficie**

El riego por superficie es el método de riego más antiguo, conocido y aplicado durante miles de años en todo el mundo con técnicas muy diversas y diferentes niveles de perfeccionamiento. Reúne un gran número y variedad de sistemas en los que el agua se aplica directamente sobre la superficie del suelo simplemente por gravedad o escurrimiento.

El agua puede llegar hasta la parcela por medio de cualquier sistema de distribución, bien por tuberías (normalmente a baja presión) o por una red de canales o acequias donde el agua circula por gravedad. Sin embargo, una vez que el agua está en cabecera, no es preciso dotarla de presión ya que se vierte sobre el suelo y discurre libremente, lo que supone evitar tener en parcela un complejo sistema de tuberías y piezas especiales para distribuir el agua a presión, así como un ahorro de energía ya que no se precisan sistemas de bombeo. Para distribuir el agua adecuadamente es muy frecuente disponer surcos o caballones que favorezcan la circulación o escurrimiento del agua sobre el suelo, a lo que también contribuye la pendiente que suelen tener las parcelas de riego por superficie en la dirección de escurrimiento del agua, aun cuando existen parcelas a nivel en las que la pendiente es cero.

### **2.2.3.2. Riego por aspersión**

Con este método de riego el agua se aplica al suelo en forma de lluvia utilizando unos dispositivos de emisión de agua, denominados aspersores, que generan un chorro de agua pulverizada en gotas. El agua sale por los aspersores dotada de presión y llega hasta ellos a través de una red de tuberías (desde las principales,

secundarias hasta los tubos que llevan instalados los aspersores) cuya complejidad y longitud depende de la dimensión y la configuración de la parcela a regar.

### **2.2.3.3. Riego localizado o micro riego**

El micro riego o riego localizado consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo éste, utilizando para ello tuberías a presión y emisores. El sistema normalmente humedece una fracción del suelo, generalmente próximo a la planta.

En el riego localizado o micro riego se utilizan emisores que permiten la salida de agua desde las tuberías laterales hacia las plantas ya sea como gotas o aspersión. Estos emisores son los llamados goteros, micro aspersores y micro jets.

### **2.2.3.4. Método de riego casero por goteo**

#### **Método de cordón**

Un método de riego casero es el del cordón. En este caso, una tira de tela empapada de agua sale del recipiente o botella que contiene el agua y se introduce en la tierra de la planta a regar, actuando como una “pajita para beber” para el vegetal.

El principio del que se habla en la respuesta es un principio físico conocido como tensión superficial y capilaridad. La tensión superficial es una fuerza que actúa en la superficie de un líquido debido a la cohesión de las moléculas del líquido, mientras que la capilaridad se refiere a la capacidad del líquido para moverse a través de espacios estrechos, como los que se encuentran en una tela. Ambos principios son fenómenos físicos que se explican por las propiedades moleculares y la estructura de

los líquidos, y son importantes en muchos procesos en los que los líquidos están presentes, incluyendo la filtración y la absorción en las telas.

El agua puede escurrirse a través de una tela debido a la tensión superficial y la capilaridad del agua. La tensión superficial es la fuerza que mantiene unidas las moléculas de agua en la superficie, lo que le permite formar una "película" en la superficie de la tela.

La capilaridad, por otro lado, es la capacidad del agua para moverse a través de pequeños espacios y poros, como los que se encuentran en una tela. Cuando se coloca agua sobre una tela, la tensión superficial permite que el agua se mantenga unida y se extienda sobre la superficie de la tela.

A medida que el agua se filtra a través de la tela, la capilaridad permite que el agua se mueva a través de los pequeños espacios y poros de la tela, lo que permite que el agua escurra a través de la tela.

El tamaño de los poros en la tela es importante, ya que si los poros son demasiado grandes, el agua puede filtrarse demasiado rápido y no ser retenida adecuadamente. Por otro lado, si los poros son demasiado pequeños, el agua puede no filtrarse lo suficientemente rápido y se producirá una acumulación de agua en la superficie de la tela (Salager, J & Anton, R. 2005).

### **Método por tubo plástico**

Acoplamos un tubo plástico en la tapa de la botella la cual será llenada para que se realice el goteo posteriormente para regular la caída de agua se conectara pinzas ya sea de ropa o de papelería de oficina para que el paso del agua sea controlado y así evitar el desperdicio de las misma.

#### **2.2.4. ¿Qué es la agricultura urbana?**

La agricultura urbana y periurbana (AUP) se lleva a cabo dentro de los límites o en los alrededores de las ciudades de todo el mundo e incluye los productos de las actividades agropecuarias, pesqueras y forestales, así como los servicios ecológicos que proporcionan. Con frecuencia, en una sola ciudad y cerca de ella existen múltiples sistemas agrícolas y hortícolas **(FAO. 1999)**.

##### **2.2.4.1. Inicios de la agricultura urbana**

La Agricultura Urbana y Periurbana existe en el mundo desde tiempos inmemoriales, pero durante el siglo XX, con el incremento de la población urbana, fue alcanzando un gran desarrollo, tanto en países desarrollados como en los subdesarrollados, si bien no por igual en todos ellos, en dependencia de factores sociales, económicos y productivos.

Entre ellos figuran: creciente urbanización de los países en desarrollo, deterioro de las condiciones de la población urbana pobre, guerras, catástrofes naturales, que perturban los suministros de alimentos procedentes de las zonas rurales, degradación ambiental y falta de recursos, que provocan una escasez alimentaria todavía mayor, movimiento en favor de la sostenibilidad comunitaria y reconocimiento de los valores ajenos al mercado **(Hernández. 2006)**.

##### **2.2.4.2. Agricultura urbana (y familiar), una alternativa local viable**

La magnitud del problema alimentario mundial politiza y vuelve complejos los debates de la soberanía alimentaria que podrían entenderse mejor si categorizamos

las situaciones. El modelo industrial de producción de alimentos –monocultivos genéticamente homogéneos y muy productivos por el uso intensivo de agroquímicos– difícilmente podrá resolver el presente problema de alimentación humana sin agravar más los desafíos ambientales y sociales anteriormente mencionados. Sin embargo, quizás vaya a continuar siendo la principal opción para las grandes urbes, donde la disponibilidad tiende a estar por encima de la calidad de los alimentos.

La presencia de espacios urbanos naturales (parques y jardines, camellones, baldíos, etc.) puede hacer contribuciones importantes para algunos sectores de la población. Esta es la idea que generalmente se maneja cuando se habla de agricultura urbana, pero quizá su papel más importante no sea la producción sino impulsar procesos educativos y de capacitación hacia estrategias agrícolas de escala familiar (**LEISA, 2019**).

#### **2.2.5. Producción de alimentos a nivel mundial**

El consumo mundial anual de cereales para alimentos y piensos se ha duplicado hasta alcanzar 1900 millones de toneladas, mientras que el de carne se ha más que duplicado, lo cual es un logro nada descartable considerando los temores populares de que el mundo se estaba quedando sin potencial para incrementar la producción. Las principales fuerzas que han permitido alcanzar este logro incluyen ingresos más altos, que han hecho aumentar la demanda efectiva, mayores suministros, debido a mejoras en la productividad, y crecimiento de los vínculos comerciales y de transporte que han permitido cubrir los déficits de algunas zonas con los superávits de otras (**FAO, 2015**).

### **2.2.5.1. Poblacional Mundial**

En 1950, cinco años después de la fundación de las Naciones Unidas, se estimaba que la población mundial era de 2.600 millones de personas. Se alcanzaron los 5.000 millones en 1987 y, en 1999, los 6.000 millones. En octubre de 2011, se estimaba que la población mundial era de 7.000 millones de personas. Para conmemorar este acontecimiento histórico, se puso en marcha un movimiento global llamado "Un mundo de 7 mil millones" (**Naciones Unidas. 2020**).

### **2.2.5.2. Crecimiento poblacional**

Se espera que la población mundial aumente en 2.000 millones de personas en los próximos 30 años, pasando de los 7.700 millones actuales a los 9.700 millones en 2050, pudiendo llegar a un pico de cerca de 11.000 millones para 2100.

Este crecimiento tan drástico se ha producido en gran medida por el aumento del número de personas que sobreviven hasta llegar a la edad reproductiva y ha venido acompañado de grandes cambios en las tasas de fecundidad, lo que ha aumentado los procesos de urbanización y los movimientos migratorios. Estas tendencias tendrán importantes repercusiones para las generaciones venideras (**Naciones Unidas. 2020**).

### **2.2.5.3. Consumo alimenticio**

Los habitantes de los países en desarrollo necesitan entre 1 720 y 1 960 kcal/día para el metabolismo basal y una actividad ligera.

El consumo medio de alimentos per cápita en el mundo ha aumentado casi en una quinta parte, pasando de 2 360 kcal/día a mediados de los años sesenta a 2 800 kcal en la actualidad (FAO, 2015).

#### **2.2.6. Importancia del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*)**

El consumo en fresco aumenta ligeramente pues en el mercado está todo el año. La industria está ofreciendo novedades: mata entera para hoja y penca, o segada similar a la espinaca.

El cultivo de la acelga tiene cierta importancia en algunas zonas del litoral mediterráneo y del interior. En los últimos años ha tenido lugar un ligero incremento de la producción (Infoagro. 2021).

##### **2.2.6.1. Características morfológicas de la acelga**

Es una planta bianual de la misma especie botánica que la remolacha. A diferencia de esta, la raíz es ramificada y poco carnosa.

Las hojas son muy grandes, con un pecíolo y nerviación central muy desarrollados. Los limbos de las hojas son grandes y redondeados y en ocasiones recubren ligeramente los pecíolos hasta su base. El color de las hojas es variable, desde colores amarillos hasta verdes oscuros. Esto a que se ha producido una selección en función de las exigencias del mercado de cada zona.

En función de la parte que se quiera consumir el estado fenológico de recolección será diferente. Si se pretenden consumir las hojas enteras, se dejará desarrollar la hoja hasta un porte medio o pequeño. Si lo que se quiere aprovechar es el pecíolo o pella, se dejará a la planta que desarrolle ampliamente las hojas.

En el segundo año de cultivo emite el tálamo floral. Este tallo es muy ramificado y con flores dispuestas en tallo ascendente (**AgroEs**).

#### **2.2.6.2 Características fisiológicas de la acelga**

Es un cultivo que prefiere los climas templados- húmedos. Se adapta muy bien a los fríos que se producen en el clima continental y a las condiciones de las zonas templadas. Cuando las hojas están totalmente desarrolladas se muestran sensibles a las heladas.

Se desarrolla mejor en suelos de consistencia media, frescos, profundos y bien provistos de materia orgánica, por lo que habitualmente necesita aportes de estiércol bien descompuesto.

Es poco tolerante a la acidez y tiene una tolerancia media-alta a la salinidad (**AgroEs**).

## CAPÍTULO III

### HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

#### 3.1. HIPÓTESIS

H<sub>0</sub>: En un método de riego casero mostrara mejor desarrollo de las plántulas de acelga.

#### 3.2. OBJETIVOS

##### 3.2.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia de los métodos de riego casero en la producción de acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) en agricultura urbana.

##### 3.2.2. Objetivos específicos

- a. Medir el consumo de agua del cultivo de acelga desde la siembra hasta el inicio de la producción de hoja, a partir del método de riego casero por goteo a cordón y por tubo plástico.
- b. Determinar la diferencia de producción por metro cuadrado de acelga con el método de riego casero por goteo a cordón y por tubo plástico.
- c. Analizar la relación beneficio/costo para implementar la producción de acelga con riego casero por goteo en agricultura urbana.

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Esta investigación se llevó a cabo en la propiedad del señor Vicente Córdova la cual se encuentra en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Picaihua, caserío Mollepamba. Sus coordenadas geográficas son 01° 29' 06'' de latitud Sur y 78° 57' 61'' de longitud Oeste, a la altitud de 2 576 msnm.

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

##### 4.2.1. Clima

Según los datos expuestos por el PDOT (Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial), el clima está clasificado como cálido-templado. Los valores mínimos y máximos de precipitación anual van de 400 a 600 mm, en cuanto a la temperatura Oscila de 12 a 18 °C, una humedad del 60% (Narcizo, 2015).

##### 4.2.2. Suelo

Los suelos de la parroquia son arenosos derivados de materiales piro clásticos poco meteorizados con baja retención de humedad. Estos suelos no tienen lomo y arcilla, más bien poseen ceniza, grava de pómez o piedra, tiene más de un metro de profundidad, presentan retención de agua muy baja, son suelos exclusivamente secos, estos cubren el 80% de la parroquia (Narcizo, 2015).

### **4.2.3. Agua**

La parroquia Picaihua, cuenta con el sistema de Riego Ambato -Huachi-Pelileo, que beneficia alrededor de 1.830 familias que producen alfalfa y hortalizas, el canal la Victoria riega alrededor de 520 hectáreas con 620 socios aproximadamente (**Narcizo, 2015**).

## **4.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

### **4.3.1. Materiales de campo**

Botellas de plástico (500 ml)

Bidones de galón

Cinta de tela

Tubo plástica

Cinta métrica o regla

Probetas

Agua

Tijeras, cuchillos.

Silicona

Pinzas de ropa o de papelería.

### **4.3.2. Materiales biológicos**

Plántulas de acelga

Tierra o sustrato

### **4.3.3. Equipos**

Termómetro-higrómetro

Probeta de 1 lt

Vaso de precipitación de 500 ml

## **4.4. FACTORES DE ESTUDIO**

Los factores de estudio que esta investigación se va a tomar en cuenta son los siguientes:

- a. Método de riego casero por goteo
- b. Número de contenedores/macetas

### **4.4.1 Tratamientos**

#### **Método de riego casero por goteo**

Por cordón: M1

Por tubo plástico: M2

#### **Número de recipientes/macetas**

Un contenedor/maceta: R1

Dos contenedores/maceta: R2

**Tabla 1.**

***Tratamientos***

<b>N°</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Número recipientes</b>	<b>de</b>	<b>Método</b>
1	M1R1	R1		M1
2	M1R2	R2		M2
3	M2R1	R1		M1
4	M2R2	R2		M2
5	Testigo			

#### **4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental será de Bloques completos al azar en arreglo factorial de  $2 \times 2 + 1$ , con seis repeticiones.

#### **4.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

##### **4.6.1. Preparación de los recipientes**

Se adecuó 36 recipientes de maceta (bidones de galón); 18 botellas de 500 ml para el riego casero por cordón y 18 botellas de 500 ml para el riego casero por tubo plástico.

##### **4.6.2. Preparación del sustrato**

Para el sustrato se realizó una mezcla de distintos componentes como: 15% abono de cuy, 15% abono de ganado, 10% cascarilla de arroz y 60% tierra. En cuanto a

fertilización se la realizo de manera edáfica en relación de 5 gramos por planta de 8-20-20.

#### **4.6.2. Preparación del método de riego casero por goteo a cordón**

En el riego casero por cordón se realizó una pequeña perforación en la tapa de la botella para el ingreso de la tela, se llenaron las botellas en su totalidad, la tela fue colocada alrededor de la planta a tratar, el proceso de irrigación se lo efectuó por tensión superficial de la tela.

#### **4.6.3. Preparación del método de riego casero por goteo a tubo plástico**

En el riego casero por tubo plástico se realizó conexiones en las tapas de las botellas se realizó perforaciones de acuerdo a lo requerido, para el sellado y sujeción del tubo se lo taponó con silicona, en cuanto a la regulación del agua se empleo pinzas de ropa o de papelería.

### **4.7. VARIABLES RESPUESTA**

#### **4.7.1. Volumen radicular**

Para la determinación del volumen radicular se lo realizo al momento de la cosecha en la cual se introdujo a la raíz en una probeta de 1 L graduada a 500ml, al introducir la raíz en la probeta el agua se desplazó adquiriendo un nuevo valor el cual es el valor del volumen de la raíz lo único que se realizo es una resta del valor con la raíz sumergida al valor del volumen de la probeta graduada.

#### **4.7.2. Longitud de raíz**

Para la medición de la longitud de raíz se la realizó con una cinta métrica, desde el nivel del cuello de la planta hasta el ápice radical.

#### **4.7.3. Número de hojas**

Para establecer el número total de hojas se realizó un conteo de 5 plantas por tratamiento, por cada planta de acelga cosechada se descartó las hojas amarillentas.

#### **4.7.4. Longitud de las hojas**

La medición de la longitud de las hojas se realizó con cinta métrica, esta se la colocó en la base de la hoja con dirección al ápice; al momento de la cosecha.

#### **4.7.5. Ancho de la hoja**

Para la medición del ancho se lo realizó con una cinta graduada en centímetros, la cual se colocó en la superficie de la hoja en la sección de mayor separación entre bordes de la misma; al momento de la cosecha.

#### **4.7.6. Consumo de agua**

En este parámetro el consumo de agua fue medido mediante vaso de precipitación en los cuales se reponía el agua y se media el consumo de la planta, esta medición se la realizaba diariamente, para su reposición.

#### **4.7.7. Cantidad luz día**

Para este parámetro se midió empleando aplicaciones de celular los cuales entregó valores en lúmenes (lm). Se realizó la medición tres veces al día, en la mañana, medio día y atardecer.

#### **4.7.8. Temperatura**

La tempera se la tomó tres veces al día, en la mañana, en la tarde y al anochecer; la medición fue tomada por un termómetro higrómetro.

#### **4.7.9. Eficiencia**

Para obtener los valores de eficiencia se relacionó los datos de peso por planta y consumo de agua por planta.

### **4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para el análisis de la información se utilizará el paquete estadístico infostat. Las variables respuestas serán sometidas a análisis de varianza y aquellas variables que muestren diferencias significativas serán comparadas mediante pruebas de medias según Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Análisis e interpretación de los resultados

##### 5.1.1. Volumen radicular

En la tabla número 2 se puede apreciar que la prueba de Tukey al 5% para la variable volumen radicular, muestra los tratamientos M2R2 (riego por tubo plástico con dos recipientes) se ubica en el rango A con un volumen radicular de 380.83 cm<sup>3</sup>, en el último lugar de la prueba se ubica el tratamiento M1R1 (riego por cordón con un recipiente) con un volumen radicular de 233,33 cm<sup>3</sup>.

Las células crecen tomando agua. La división celular crea células adicionales, mientras que la expansión de células crea un aumento en el tamaño de cada célula. Si el agua está limitada durante los períodos de crecimiento de una planta, el tamaño final de las células disminuirá, lo que conduce a menos hojas y de menor tamaño, frutas más pequeñas, tallos más cortos y gruesos y un sistema radicular más pequeño. La falta de agua produce plantas más pequeñas y débiles. **(MIMAN)**

**Tabla 2.**

*Ubicación de rangos volumen radicular en cc.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Tukey</b>
<b>M2R2</b>	<b>380,83</b>	<b>A</b>
<b>M2R1</b>	<b>342,5</b>	<b>A B</b>
<b>T1</b>	<b>267,5</b>	<b>A B</b>
<b>M1R2</b>	<b>251,67</b>	<b>B</b>
<b>M1R1</b>	<b>233,33</b>	<b>B</b>

### **5.1.2. Longitud de raíz**

Los valores obtenidos en la tabla número 3 reflejan valores no significativos lo que demuestra que no existe diferencia entre los factores con lo cual los valores son semejantes entre sí.

Estos resultados no marcan diferencia ya que el desarrollo radicular para los métodos M1 (riego por cordón) y M2 (riego por tubo plástico) son similares debido a que existe siempre un aporte de agua, la misma se debió almacenar en la parte inferior de la maceta provocando un alargamiento de la raíz.

### **5.1.3. Número de hojas**

En la tabla número 4 número de hojas con la prueba de Tukey al 5% se encuentra valores no significativos para los factores a tratar, lo cual nos manifiesta que no existe diferencia entre los distintos tipos de ensayos.

La razón por la cual el agua es una fuente importante en cualquier tipo de cultivo es debido a que las plantas la usan en grandes cantidades para sus células y crear presión en la vacuola la misma que dará forma a los tejidos. La mayor parte del agua absorbida por las raíces es transportada por la parte aérea y evaporada por la superficie de las hojas (aprox. 97%). Esta pérdida de agua se denomina transpiración. En contraste, una pequeña cantidad de agua absorbida por las raíces permanece en la planta para usarse en procesos de crecimiento (2%) o bien es usada en procesos bioquímicos (1%) como las reacciones de la fotosíntesis u otras reacciones metabólicas (**Hernández, J. 2010**).

#### **5.1.4. Longitud de hojas**

Para la tabla 5 con la variable longitud de hojas con prueba de Tukey al 5%, nos arroja valores en el rango A con el tratamiento M2R2 (riego por tubo plástico con dos recipientes) de 31,5 cm y para el rango b con el tratamiento M1R1 (riego por cordón con un recipiente) de 23,75 cm.

Los resultados, tras el análisis de 7.670 especies vegetales procedentes de más de 600 lugares del mundo, apuntan a que los cambios de temperatura diurna y nocturna entre el follaje y el aire son determinantes para las variaciones geográficas del tamaño de las hojas (**HAZTE ECO. 2022**).

Los cambios bruscos de temperatura ya sea en la mañana y noche modifican el tamaño de las hojas, pero mediante los datos sabemos que también se ve afectado por la cantidad de agua que se provee a la planta.

**Tabla 5.**

*Ubicación de rangos longitud de hojas en cm.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Tukey</b>
<b>M2R2</b>	<b>31,5</b>	<b>A</b>
<b>M2R1</b>	<b>27,92</b>	<b>A B</b>
<b>M1R2</b>	<b>27</b>	<b>A B</b>
<b>T1</b>	<b>24,55</b>	<b>A B</b>
<b>M1R1</b>	<b>23,75</b>	<b>B</b>

#### **5.1.5. Ancho de hojas**

La tabla de análisis número 6 con los datos de ancho de hoja con la prueba de Tukey al 5% arroja valores no significativos para ambos factores.

Con lo cual se puede entender que: pequeños desequilibrios entre la absorción de agua y la pérdida de agua a la atmósfera pueden causar un déficit hídrico que puede llevar a un malfuncionamiento de muchos procesos celulares. Por ello, el equilibrio entre la absorción, transporte y pérdida de agua representa un importante desafío para las plantas terrestres (**Hernández, J. 2010**).

#### **5.1.6. Consumo de agua**

En la tabla número 7 se puede apreciar que la prueba de Tukey al 5% para la variable consumo de agua, muestra al tratamiento M2R2 (riego por tubo plástico con dos recipientes) se ubica en el rango A con un consumo de 1679,8 cm<sup>3</sup>, en el último lugar de la prueba se ubica el tratamiento M1R1 (riego por cordón con un recipiente) con un consumo de agua de 1210,2 cm<sup>3</sup>.

Para el consumo de agua en el tratamiento M2R2 (riego por tubo plástico con dos recipientes) se ve un incremento debido a que su método es por tubo plástico el cual aumenta la cantidad que aporta al cultivo o en este caso a la maceta en cuanto al tratamiento M1R1 (riego por cordón con un recipiente) su consumo es mucho menor ya que el mismo es por acción del cordón el mismo no puede proveer de agua abundante.

**Tabla 7.**

*Ubicación de rangos consumo de agua en cc.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Tukey</b>
<b>M2R2</b>	<b>1679,8</b>	<b>A</b>
<b>M1R2</b>	<b>1571,8</b>	<b>A B</b>
<b>M2R1</b>	<b>1559,2</b>	<b>A B</b>
<b>T1</b>	<b>1514,2</b>	<b>A B</b>
<b>M1R1</b>	<b>1210,2</b>	<b>B</b>

### **5.1.7. Cantidad de luxes**

La medición de los luxes se la realizo mediante aplicaciones de celulares empleando los sensores de los mismo por ende el valor es radicalmente diferente en cuanto a equipos específicos para estas labores.

El promedio de luxes que recibió el cultivo fue de **24.658,18** en todo su ciclo de vida.

### 5.1.8. Temperatura ambiental

Para los valores de temperatura se empleó termómetros digitales, para la medición se tomó los datos en tres ocasiones al día: 6 a.m. 1 p.m. y 5,30 p.m. Sus valores en promedio fueron: 6 a.m. de 13,49 °C; a la 1 p.m. de 25,43 °C; y a las 5,30 p.m. de 12,85 °C.

La semana número 3 del proyecto, fue la que mayor temperatura se registro obteniendo valores promedios de: 15,14 °C a las 6 a.m.; 30 °C a la 1 p.m.; y de 14,14 °C a las 5,30 p.m.

**Tabla 8.**

*Valores de temperatura máxima registrada en la semana número 3*

6 a.m.	1 p.m.	5,30 p.m.
14	18	13
18	34	16
16	32	17
14	32	12
15	30	13
16	36	15
13	28	13
15,14285714	30	14,14285714

### 5.1.9. Eficiencia de riego

Para obtener la eficiencia del riego se relaciona los valores de peso de cada planta (gramos/planta) y el valor medio del volumen de riego por planta (cc/planta) de cada tratamiento, obteniendo valores de gramos/cc,

Para el tratamiento M1R1 (riego por cordón con un recipiente) su porcentaje o eficiencia de riego es de 14%. Para el tratamiento M1R2 (riego por cordón con dos recipientes) su eficiencia de riego fue del 11%. Para el tratamiento M2R1 (riego por tubo plástico con un recipiente) su eficiencia fue del 11%, existe una relación entre el tratamiento M1R2 debido a que la tubo plástico pudo proveer casi la misma cantidad de agua que el tratamiento M2R1 y para el tratamiento M2R2 (riego por tubo plástico con dos recipientes) su eficiencia fue del 22,8% lo cual manifiesta una mayor aportación de agua con lo cual manifiesta ser el mejor método en cuanto a eficiencia y a producción.

Estos valores son bajos con respecto a métodos de riego como goteo con cintas, donde las eficiencias superar el 90%, esto se debe al caudal determinado para el goteo en un tiempo establecido. En la práctica realizado no se tiene un caudal uniforme para el riego, es por esto que se constituye en un riego casero, no recomendado pero válido para sectores donde la población es muy alta en número de habitantes y sin la posibilidad de disponer de un terreno para practicar actividades agrícolas que mejoren el estrés de las grandes urbes.

**Tabla 9.**

*Costos de producción por m2.*

<b>Materiales</b>	<b>Tratamientos</b>				
	<b>M1R1</b>	<b>M1R2</b>	<b>M2R1</b>	<b>M2R2</b>	<b>T</b>
<b>Botellas</b>	0,50	0,60	0,50	0,60	0,00
<b>Plántulas</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Macetas o recipientes</b>	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
<b>Cordón</b>	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tubo plástico</b>	0,00	0,00	1,50	1,50	0,00
<b>Sustrato</b>	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
<b>Total</b>	7,00	7,10	7,50	7,60	5,50

### **Cantidad de producción por kilos según el método**

La producción determinada en el ensayo se basó en la posibilidad de colocar las macetas de 16 cm de diámetro en un metro cuadrado, de esta manera se las puede obtener 36 macetas, esta alta densidad se debe a que no existe una distancia de separación entre líneas. Esto solo se puede realizar con las macetas en agricultura urbana. Los valores transformados a Kg/ m<sup>2</sup> son los que a continuación se presentan:

**M1R1:** se obtuvo valores de 6,23 kilos/m<sup>2</sup>

**M1R2:** se obtuvo valores de 6,37 kilos/m<sup>2</sup>

**M2R1:** se obtuvo valores de 6,48 kilos/m<sup>2</sup>

**M2R2:** se obtuvo valores de 15,66 kilos/m<sup>2</sup>

**T:** se obtuvo: valores de 1,87 kilos/m<sup>2</sup>

De esto se desprende que el mejor tratamiento en mejor tratamiento es el M2R2, que dispone de una mayor cantidad de agua aportado, debido a que se trata de una hortaliza de hoja con alto contenido de agua.

### **5.3. Verificación de la hipótesis**

Se acepta la hipótesis debido a que existe un método con mayor desarrollo de la plántula de acelga debido a que su eficiencia es mayor este método es el M2R2.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- Determinamos la eficiencia del riego casero por goteo en la producción de acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) en agricultura urbana, la cual alcanzo mejores resultados en el riego por tubo plástico con dos fuentes o botellas (M2R2) para el riego del líquido vital, esto se debe a que existió mayor disponibilidad de agua para el cultivo a referirse, en el caso del riego por cordón el agua no era abundante.
- El consumo de agua del cultivo de acelga hasta el inicio de la producción de hoja, en el método riego casero por cordón (M1R1) obtiene el rango B fue de 1210,2cc, en cuanto el método de riego casero por tubo plástico (M2R2) obtiene el rango A fueron de 1679,8cc, demostrando que entre mayor cantidad de agua disponible el cultivo ejercerá un mayor desarrollo gracias a la frecuencia de agua constante evitando que pueda entrar en estrés por falta del líquido vital.
- Determinamos la diferencia de producción por metro cuadrado de acelga con el método de riego casero por goteo a cordón y por tubo plástico, en el riego casero por tubo plástico para el tratamiento M2R2 el cual arrojó valores de 15,66 kilos/m<sup>2</sup> de cosecha, en cuanto al método de riego por cordón con un recipiente M1R1 se obtuvo 6,23 kilos/m<sup>2</sup>, en cuanto al valor más bajo fue el testigo el cual obtiene valores de 1,87 kilos/m<sup>2</sup>.

- Analizamos el costo beneficio que conlleva implementar la producción de acelga con riego casero por goteo en agricultura urbana, el mismo no es muy alto ya que solamente se necesita materiales reciclados los cuales se puede tener en casa o en su defecto obtener de familiares, los precios para cada método fluctúan en promedio de 7 dólares hasta 7,60; en cuanto a la ubicación únicamente se necesita un espacio ya sea en la terraza o un jardín dependiendo la disponibilidad de cada persona o familia.

## **6.2. Recomendaciones**

- Dependiendo la situación familiar social o económica estos métodos pueden implementarse en casa para ayudar a alivianar la economía familiar ya que pueden producir sus propios alimentos dejando a un lado el consumismo, de igual manera se puede implementar otro tipo de cultivo para poder lograr más variedad de alimentos y de igual forma se podría tratar de convencer a vecinos para que siembre otro cultivo y así beneficiarse la comunidad mediante cambios.
- Sugiero que estos métodos también se puedan implementar en plantas ornamentales de maceta para así poder tener un poco más de control en cuanto al riego en el caso de que se requiera salir del hogar y no exista una forma de realizar riegos frecuentes o los requeridos por el cultivo ornamental.
- Según los datos obtenidos se sugiere que la cantidad de agua empleada a los métodos se aumente mediante el uso de contenedores de agua con mayor tamaño por ejemplo botellas de 2 litros o 3 litros dependiendo la necesidad si no existe un control periódico del consumo evitando que las plantas ingresen en estrés si dicho líquido se termina antes de lo planeado.

- Se recomienda emplear recipientes de mayor tamaño para cultivos de gran desarrollo radicular o en su defecto para cultivo de tubérculo o raíz para que el método funcione y de igual manera para obtener mejores resultados por parte del cultivo y no sea una pérdida total.

## BIBLIOGRAFÍA

AGROALIMENTANDO. S.F. CREA UN SISTEMA DE RIEGO CASERO: Sistema de riego por cordón o tela de algodón. Disponible en: [https://agroalimentando.com/nota.php?id\\_nota=9100](https://agroalimentando.com/nota.php?id_nota=9100)

AgroEs. S.f. Acelga, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico. Disponible en: <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/acelga/372-acelga-descripcion-morfologia-y-ciclo>

Banco Mundial. 2018. Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>

Banco Mundial. 2019. Convivir con basura: el futuro que no queremos. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/06/convivir-con-basura-el-futuro-que-no-queremos>

Candia, L; Quiroga, M. 2018. PRODUCCIÓN DE ACELGA (*Beta vulgaris*) EN SISTEMA VERTICAL A DIFERENTES DISTANCIAS EN AMBIENTE PROTEGIDO. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz, Vol.5. N°2, pág. 101-116.

Ecoagricultor, 2013. Manual de agricultura urbana. Disponible en: <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2013/04/Manual-Agricultura-Urbana.pdf>

EL HUERTO. S.f. Acelga. Centro de experiencias de Paiporta. Cajamar AND Agro. N.- 12. España.

El universo. 2018. ¿Cómo se recicla una botella de plástico PET en Ecuador? Disponible en: [www.eluniverso.com/noticias/2018/10/07/nota/6986588/como-se-recicla-botella-plastico-pet-ecuador](http://www.eluniverso.com/noticias/2018/10/07/nota/6986588/como-se-recicla-botella-plastico-pet-ecuador)

Espinoza, G. 2020. Acelga, *Beta vulgaris* var. *cicla*, características, cultivo y propiedades. Disponible en: <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/plantas/verduras/accelga-beta-vulgaris-var-cicla.htm#taxonomia-de-la-accelga>

FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. El panorama de la agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s06.htm#:~:text=Los%20habitantes%20de%20los%20países,800%20kcal%20en%20la%20actualidad.>

FAO. 1999. Cuestiones de la agricultura urbana. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm>

Frutas y hortalizas. 2021. ACELGA, *Beta vulgaris* var. *cycla* / Chenopodiaceae. Disponible en: <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Acelga.html>

García, M. 2013. CULTIVOS HERBACEOS INTENSIVOS, Cultivo de acelga. Universidad de Valladolid. The chard growing. 1-12 p.

Goites, E. 2008. Manual de cultivos para la para la Huerta Orgánica Familiar Huerta Orgánica Familiar. Argentina.

Gómez R. 2010. Manual de riego para Agricultores: módulo 2. Riego por superficie. Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, D.L.

HAZTE ECO. 2022. El tamaño de las hojas de las plantas varía según las temperaturas. Disponible en: [https://compromiso.atresmedia.com/hazte-eco/noticias/tamano-hojas-plantas-varia-segun-temperaturas\\_2017090159a9423e0cf27a5b1bcb7f1d.html](https://compromiso.atresmedia.com/hazte-eco/noticias/tamano-hojas-plantas-varia-segun-temperaturas_2017090159a9423e0cf27a5b1bcb7f1d.html)

Hernández, J. 2010. Investigador Científico del CSIC. Grupo de Biotecnología de Frutales, CEBAS-CSIC, Murcia

Hernández, L. 2006. La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba). Cultivos Tropicales, Vol. 27, N.-. 2, pp. 13-25. La Habana, Cuba.

Infoagro. 2021. El cultivo de acelga. Disponible en: <https://www.infoagro.com/hortalizas/acelga.htm>

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2008. Manual de cultivos para la para la Huerta Orgánica Familiar Huerta Orgánica Familiar. Plan de seguridad alimentaria. Argentina. Disponible en:

[https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual\\_de\\_cultivos\\_para\\_la\\_huerta\\_organica\\_familiar\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf)

LEISA. 2019. Agricultura urbana en América Latina. LEISA, revista agroecológica. Volumen 35. Número 3.

MIMAN (Ministerio del ambiente). 2023. La importancia del agua para las plantas. Disponible en: [https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2\\_primaria\\_sesion\\_aprendizaje/Sesion\\_7\\_Primaria\\_Grado\\_5\\_AGUA\\_ANEXO6.pdf](https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/Sesion_7_Primaria_Grado_5_AGUA_ANEXO6.pdf)

Macua, J; Lahoz, I; Betalu, F; Díaz, E; Calvillo, S. 2006. ACELGA, variedades para industria. Disponible en: <https://intiasa.es/repositorio/images/CAgricultura/Documentos/Experim/Horticolas/2006/09-ACELGA.pdf>

Muñoz, C; Peña, G & Díaz, R. 2017. Cultivo de Acelga para Chiloé y Patagonia Verde. Chile. INIA (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS). N-169.

Naciones Unidas (UN). 2020. Población. Disponible en: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html#:~:text=Se%20espera%20que%20la%20poblaci%20n,de%2011.000%20millones%20para%202100.>

Narcizo, R. 2015. Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Disponible en: [https://gadparroquialpicaihua.gob.ec/images/LOTAIP\\_2018/Xweb2018/PDO\\_T\\_PICAIHUA.pdf](https://gadparroquialpicaihua.gob.ec/images/LOTAIP_2018/Xweb2018/PDO_T_PICAIHUA.pdf)

NUSO.ORG. 2016. La agricultura urbana: un fenómeno global. Disponible en:  
<https://nuso.org/articulo/la-agricultura-urbana-un-fenomeno-global/>

Salager, J & Anton, R. 2005. Metodos de medicion de la tension superficial o interfacial. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.

Sanmartín-Ramón, G; Zhigue-Luna, R & Alaña-Castillo, T. 2017. El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. Ecuador. Universidad Metropolitana. Universidad y Sociedad, 9 v.

SEMANA S.A. 2019. Crisis mundial por la basura: solo el 16% de los desechos son reciclados. Disponible en: <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/crisis-mundial-por-la-basura-solo-el-16-de-los-desechos-son-reciclados/44932>

SERIDA (Servicio Regional De Investigación Y Desarrollo Agroalimentario). S.f. Cultivo de acelga. Revista Tecnología alimentaria. N.- 19.

## Anexos

**Tabla 3.**

*Análisis de varianza longitud de raíz cm.*

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>	<b>F. Tab 5%</b>
<b>Total</b>	<b>1000,75</b>	<b>29</b>			
<b>Trat.</b>	<b>124,37</b>	<b>4</b>	<b>31,09</b>	<b>0,71 ns</b>	<b>2,87</b>
<b>FA</b>	<b>22,81</b>	<b>1</b>	<b>22,81</b>	<b>0,52 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>FB</b>	<b>3,84</b>	<b>1</b>	<b>3,84</b>	<b>0,09 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>IAB</b>	<b>3,38</b>	<b>1</b>	<b>3,38</b>	<b>0,08 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>Tgo vs R</b>	<b>94,34</b>	<b>1</b>	<b>94,34</b>	<b>2,15 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>Error</b>	<b>876,38</b>	<b>20</b>	<b>43,82</b>		

**Tabla 4.**

*Análisis de varianza longitud de número de hojas cm.*

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>	<b>F. Tab 5%</b>
<b>Total</b>	<b>163,87</b>	<b>29</b>			
<b>Trat.</b>	<b>8,87</b>	<b>4</b>	<b>2,22</b>	<b>0,29 ns</b>	<b>2,87</b>
<b>FA</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>0,19 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>FB</b>	<b>0,66</b>	<b>1</b>	<b>0,66</b>	<b>0,09 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>IAB</b>	<b>2,67</b>	<b>1</b>	<b>2,67</b>	<b>0,34 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>Tgo vs R</b>	<b>4,04</b>	<b>1</b>	<b>4,04</b>	<b>0,52 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>Error</b>	<b>155</b>	<b>20</b>	<b>7,75</b>		

**Tabla 6.**

*Análisis de varianza ancho de hojas cm.*

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>	<b>F. Tab 5%</b>
<b>Total</b>	<b>231,91</b>	<b>29</b>			
<b>Trat.</b>	<b>57,36</b>	<b>4</b>	<b>14,34</b>	<b>1,64 ns</b>	<b>2,87</b>
<b>FA</b>	<b>52,21</b>	<b>1</b>	<b>52,21</b>	<b>5,98 *</b>	<b>4,35</b>
<b>FB</b>	<b>1,7</b>	<b>1</b>	<b>1,7</b>	<b>0,19 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>IAB</b>	<b>0,74</b>	<b>1</b>	<b>0,74</b>	<b>0,08 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>Tgo vs R</b>	<b>2,71</b>	<b>1</b>	<b>2,71</b>	<b>0,31 ns</b>	<b>4,35</b>
<b>Error</b>	<b>174,55</b>	<b>20</b>	<b>8,73</b>		