

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



**“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TÉCNICA DE
RIEGO SOLAR EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca
sativa*) EN AGRICULTURA URBANA”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR: CORDERO ARÉVALO MARÍA DE LOS ÁNGELES
TUTOR: ING. RITA CUMANDÁ SANTANA MAYORGA

AMBATO – ECUADOR

2021

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Dejo en constancia de que el presente informe es el resultado de la investigación del autor, quien, basado en la experiencia en los estudios realizados durante la carrera, revisión bibliográfica y de campo, ha llegado a las conclusiones y recomendaciones descritas en la investigación, las ideas, opiniones y comentarios especificados en este informe, son de exclusiva responsabilidad de su autor.

La suscrita, MARÍA DE LOS ÁNGELES CORDERO ARÉVALO, portadora de cédula de ciudadanía número: 180493723-1, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación con el tema: “DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TÉCNICA DE RIEGO SOLAR EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) 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 handwritten signature in blue ink that reads "María Cordero". The signature is written in a cursive style and is underlined with a blue line.

CORDERO ARÉVALO MARÍA DE LOS ÁNGELES

AUTOR

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TÉCNICA DE RIEGO SOLAR EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Lactuca sativa) 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.



CORDERO ARÉVALO MARÍA DE LOS ÁNGELES

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TÉCNICA DE RIEGO SOLAR EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN AGRICULTURA URBANA”

REVISADO POR:



Firmado electrónicamente por:

**RITA CUMANDA
SANTANA MAYORGA**

Ing. Rita Santana Mayorga
TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:



Firmado electrónicamente por:

**MARCO OSWALDO
PEREZ SALINAS**

Ing. Agr Marco Pérez Mg.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

FECHA

07-08-2021



Firmado electrónicamente por:

**SEGUNDO
EUCLIDES CURAY
QUISPE**

Ing. Segundo Curay
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

07-08-2021



Firmado electrónicamente por:

**ALBERTO
CRISTOBAL
GUTIERREZ ALBAN**

Ing. Alberto Gutiérrez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

07-08-2021

DEDICATORIA

A mis padres Gonzalo Cordero y Alba Arévalo por apoyarme de todas las formas que se puede ayudar a una hija para cumplir sus metas.

A mis hermanos Vanessa, Mateo y Sofia que me ayudaron cada uno poniendo un granito de arena a lo largo de este proceso y toda mi carrera.

A mi pareja Danny, el cual ha sido uno de los pilares fundamentales para llevar a cabo esta etapa, quien no me ha dejado sola y me ha ayudado con su amor, su paciencia, su presencia y su motivación.

A la Universidad Técnica de Ambato, a todos los docentes que me guiaron con su sabiduría y los amigos que hice en ella los cuales han sido un gran apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios, por haberme dado las posibilidades de cursar la carrera y de continuar hasta terminar.

Agradezco a mis padres y hermanos porque me brindaron todas las facilidades y su apoyo, para continuar con esta etapa de mi vida.

Agradezco a mi pareja por haber ido conmigo de la mano en cada paso de esta etapa, y brindarme su amor, su motivación y su apoyo para seguir adelante.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, por haberme permitido usar sus instalaciones y porque en ella conocí muy buenos docentes y amigos de los que aprendí muchas cosas tanto académicas como de la vida.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes Investigativos	3
1.1.1 Especie Vegetal (Lechuga)	3
1.1.2 Producción de lechuga en Ecuador	8
1.1.3 Agricultura Urbana	10
1.1.4 Agua en la Agricultura	14
1.1.5 Riego Solar	14
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo General	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO II	18
METODOLOGÍA	18
2.1 Materiales y Equipos	18
2.2 Ubicación del experimento	18
2.2.1 Características del lugar	18
2.3 Manejo de experimento	19
2.3.1 Preparación del sustrato	19
2.3.2 Preparación de botellas base y campanas.	20
2.3.3 Trasplante	20
2.3.4 Fertilización y control de plagas	20
2.3.5 Cosecha	20
2.3.6 Factores de estudio	21
2.3.7 Tratamientos	21
2.3.8 Diseño experimental	22
2.3.9 Toma de datos	23

2.4	Variable respuesta.....	23
2.4.1	Volumen radicular	23
2.4.2	Longitud de raíz	24
2.4.3	Número de hojas	24
2.4.4	Longitud de las hojas	24
2.4.5	Ancho de la hoja	24
2.4.6	Peso de las Plantas	24
2.4.7	Consumo de agua.....	24
2.5	Hipótesis	25
CAPÍTULO III.....		26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		26
3.1.	Análisis e interpretación de los resultados.....	26
3.2.	Discusión de resultados	31
3.3.	Verificación de hipótesis	32
CAPÍTULO IV		33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		33
4.1.	Conclusiones.....	33
4.2.	Recomendaciones	34
BIBLIOGRAFÍA		35
ANEXOS		43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	4
Tabla 2. Número de botellas por maceta incluido base y campana	21
Tabla 3. Volumen de agua para cada botella base	21
Tabla 4. Tratamientos y Simbología.....	21
Tabla 5. Características del proyecto.....	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1: Establecimiento del cultivo	23
Figura 1. Influencia de una botella y tres dosis de agua sobre el Consumo promedio de agua (ml.) semanal.	26
Figura 2. Influencia de dos botellas y tres dosis de agua sobre el Consumo promedio de agua (ml.) semanal.	27
Figura 3. Influencia de una botella y tres dosis de agua sobre el Consumo promedio de agua (ml.) semanal.	27
Figura 4. Influencia de los tratamientos sobre el volumen promedio (ml.) de la raíz.	28
Figura 5. Influencia de los tratamientos sobre la longitud promedio (cm.) de la raíz.	28
Figura 6. Influencia de los tratamientos sobre el número de hojas promedio (#).....	29
Figura 7. Influencia de los tratamientos sobre la longitud promedio (cm.) de las hojas.	29
Figura 8. Influencia de los tratamientos sobre la longitud promedio (cm.) de la raíz.	30
Figura 9. Influencia de los tratamientos sobre la longitud promedio (cm.) de la raíz.	30

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

TEMA: “DETERMINACIÓN DE LA EFICENCIA DE LA TÉCNICA DE RIEGO SOLAR EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN AGRICULTURA URBANA”

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se refiere a la implementación de una técnica de riego conocida como Kondenskompressor o riego de goteo solar para uno de los cultivos de hortalizas más producidas en el área de agricultura urbana: Lechuga (*Lactuca sativa*). El cual se basa en la evaporación del agua colocada en botellas plásticas (PET) producto de reciclaje como bases cubiertas por una campana del mismo material, que por medio de la incidencia de la energía solar en el interior se provoca un efecto invernadero, muy parecido al funcionamiento de los destiladores solares en el cual se calienta el aire y el agua se evapora condensándose en la campana hasta formar gotas cada vez grandes lo que provoca la precipitación por sus paredes. En este ensayo se evaluó dos factores de estudio el número de botellas B1 (una botella), B2 (dos botellas), B3 (tres botellas) por maceta y volumen de agua D1(100 cc), D2 (200 cc), D3(300cc) dando como resultado nueve tratamientos en el que se combinan ambos factores. A pesar de que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, uno de los mejores resultados se obtuvo del tratamiento B2D1, pero aun así no aportó la cantidad de agua suficiente para obtener los resultados esperados en el cultivo, por lo que determinamos que no es eficiente para el cultivo lechuga debido a la alta demanda de agua del cultivo y el clima (lluvia y cielo nublado) del sector en el que fue realizado el ensayo, ya que no permitieron su completo desarrollo por falta de energía solar.

Palabras clave: Riego solar, kondenskompressor, lechuga, volumen de agua, botellas plásticas (PET), reciclaje.

ABSTRACT

The present research refers to the implementation of an irrigation technique known as Kondenskompressor or solar drip irrigation for one of the most produced vegetable crops in the area of urban agriculture: Lettuce (*Lactuca sativa*). Which is based on the evaporation of water placed in plastic bottles (PET) recycling product as bases covered by a hood of the same material, which through the incidence of solar energy inside causes a greenhouse effect, very similar to the operation of the solar distillers in which the air is heated and the water evaporates condensing in the bell to form drops each time large which causes precipitation on its walls. In this trial, two study factors were evaluated: the number of bottles B1 (one bottle), B2 (two bottles), B3 (three bottles) per pot and volume of water D1(100 cc), D2 (200 cc), D3(300cc) resulting in nine treatments combining both factors. Although there were no statistical differences between treatments, one of the best results was obtained from the B2D1 treatment, but still did not provide enough water to obtain the expected results in the crop, so we determined that it is not efficient for lettuce cultivation due to the high demand for water from the crop and the climate (rain and cloudy sky) of the sector in which the test was conducted, they no longer allowed its full development due to lack of solar energy.

Keywords: Solar irrigation, kondenskompressor, lettuce, water volume, plastic bottles (PET), recycling.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El método Kondenskompressor o también conocido como riego solar permite la destilación de aguas salobres, utilizando exclusivamente energía solar imitando el ciclo natural del agua en una escala reducida. Para la elaboración de esta técnica se pueden emplear botellas plásticas transparentes desechadas. Rebajando costos de fabricación y mantenimiento. Haciendo uso de este método el crecimiento de los cultivos empleara solamente la cantidad de agua necesaria evitando que agua no aprovechada se evapore. Empleando este método para cosechas en mínima escala como en agricultura urbana disminuyendo la cantidad que se utiliza en los sistemas de riego habituales. Esta técnica puede ser implementado en zonas con largas sequias, desérticas, zonas con acceso mínimo a fuentes de riego. Y tratándose de agricultura urbana, evitar el desperdicio de agua, ahorrando al aportar las cantidades necesarias que el cultivo requiere y evitando el dejar sin agua al cultivo cuando el productor urbano esté ausente (**Lescano, 2015**).

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.” Concebida como un movimiento sustentable, la Agricultura Urbana es una opción muy provechosa en las actuales circunstancias de encarecimiento alimentos y se ha extendido a un ritmo creciente, incluso en otros países latinoamericanos El cultivo de plantas en el interior y alrededores de las ciudades con el objetivo de obtener verduras, hortalizas, flores y plantas ornamentales, se integra como factor de producción en la economía urbana (**Zarate, 2015**).

La lechuga pertenece a la familia dicotiledónea más grande del reino vegetal, la Asteraceae, conocida anteriormente como Compositae. Es un cultivo sencillo, no muy exigente en ningún aspecto y muy interesante para las personas que se inician en el huerto urbano, ya que es una hortaliza de consumo habitual, de la cual podemos tener una producción interesante en poco espacio y además no suele tener problemas de plagas y enfermedades. Se asocia bien con la mayoría de las hortalizas, sobre todo con las de ciclo largo, permitiéndonos ocupar el espacio de forma más eficaz. Algunas variedades como la romana deben atarse 15 días antes de la cosecha para que se forme cogollo. Deben cosecharse antes de que se espiguen (florezcan) lo cual provoca que las hojas adquieran un sabor amargo **(INIA, 2017)**.

Agua salubre o agua potable es la que se encuentra libre de sustancias químicas o libre de microorganismos dañinos que pueden presentar daños graves o permanentes a la salud de los consumidores. Las propiedades que debe tener el agua salubre es su nitidez ya que no debe presentar ningún sabor ni olor, debido a que su principal uso es doméstico como: producción de alimentos, bebida y recreación. Las personas tienen acceso al agua salubre por medio fuentes públicas, pozo de excavado, conexión domiciliaria, nacientes protegidas y agua pluviales **(WHO, 2015)**.

Este trabajo de investigación está orientado al sector de la agricultura urbana y a una nueva técnica de riego, ambas variables nos ayudan para la conservación del medio ambiente, debido a que en ambas utilizamos el proceso de reciclaje, evitando así generar más basura y convirtiéndola en un recurso de instalación, para el riego solar se reciclaran botellas Pet y para las macetas se utilizaran fundas de producción de plantas. Otro factor importante es que, si bien esta técnica está orientada a zonas con largas sequías, desérticas, zonas con acceso mínimo a fuentes de riego, es porque nos facilita un riego prolongado con pocas cantidades de agua, por lo que lograremos ahorrar agua, este punto entra directamente en el concepto de agricultura urbana puesto que nos permite un ahorro de agua potable (recurso más limitado y en peligro) además nos permitirá un mejor cuidado del cultivo ya que si el productor urbano debe

ausentarse, lo hará con la seguridad de que el riego en el cultivo no faltará. Esta técnica también puede ser ambientada a la parte ornamental como jardines y plantas en macetas.

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Especie Vegetal (Lechuga)

Origen

La planta de lechuga se desarrolla de una forma silvestre hasta que fue domesticada por el hombre. Para la evolución de este cultivo, no hay certeza de cuáles fueron las especies involucradas se llega a concluir que uno de sus antecesores es la especie *Lactuca serriola* debido al gran parecido en sus cromosomas y el poder cruzarse libremente sin inconvenientes (**de Vries, 1990; Kesseli y otros, 1991; de Vries, 1997**). La procedencia de esta hortaliza posiblemente se encuentra entre el Mediterráneo y Asia menor (**Vavilov, 1992**).

Su salto a planta comestible y a cultivo se propagó de Egipto a Roma, Grecia a la región Mediterránea, siendo mencionada por Hipócrates y Columela. Fue introducida al Nuevo Mundo en el segundo viaje de Cristóbal Colon haciéndose reportar como cultivo en la Isla Isabella en 1494 (**Ryder, 1999**). Con el pasar de los años de haber sido traída a América se han desarrollado y cultivado un gran número especies de este cultivo alrededor del mundo (**INIA, 2017**).

Características generales

Esta hortaliza (***Lactuca sativa* L.**) pertenece a la familia Asteraceae la más grande de las dicotiledóneas, anteriormente llamada Compositeae. Gracias a sus diferentes tipos de hojas y a su crecimiento presenta una gran diversidad, identificándose así distintas variedades botánicas de las cual algunas han ganado gran importancia como cultivos hortícolas en varias partes del mundo, el término *Lactuca* proviene del latín lac (leche)

haciendo alusión al líquido blanquecino, que es la savia exuda la planta al ser cortada (INIA, 2017).

Este cultivo en sus distintos aspectos y colores, es uno de las más consumidas alrededor del mundo, la producción de esta hortaliza se concentra en zonas de clima fresco ya que no tolera muy bien las temporadas altas. Hoy en día se puede cultivar al aire libre, invernaderos en suelo o huertos urbanos en macetas artesanales o en forma aeropónica, hidropónica; en la hidroponía se previene daños por bajas condiciones luminosas, hídricas climáticas y de suelo (INIA, 2017).

Clasificación Botánica

Tabla 1. Clasificación taxonómica.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Subfamilia:	Cichorioideae
Tribu:	Lactuceae
Género:	Lactuca
Especie:	<i>sativa</i>

(INIA, 2017)

Requerimientos Edafoclimáticos

- **Temperatura:** Esta hortaliza es de climas fríos, su requerimiento de temperatura mínima es de 12° C, la óptima oscila entre 15° - 18° C y las máximas van de 21° a 24° C superiores a 25° C pueden dañar el cultivo. Las temperaturas optimas en días despejados van de 20° a 22° C y en días nublados de 15° a 16° C (Volosky, 1974).
- **Agua:** según Rubatzky y Yamaguchi (1999) a lo largo del cultivo esta hortaliza necesita alrededor de 400 mm. Pero según otros autores como

Bascuñan (1993) indica que el cultivo requiere un suministro de agua continuo y abundante, ya que la baja humedad el suelo podría ser perjudicial.

- **Luz:** es un cultivo que requiere gran intensidad de luz, aunque se caracteriza por baja transmisión, pero alta absorción lumínica (**Volosky, 1974**).
- **Humedad:** este cultivo requiere de porcentaje de humedad relativa entre 60 y 70 %.
- **pH:** este cultivo requiere un pH entre 6,5 y 7.

Fenología del Cultivo

Primera fase o de plántula: Su semilla es conocida botánicamente como aquenio, esta fase empieza con la emergencia de la radícula hasta quebrar la testa por su elongación y a continuación brotan los cotiledones y el brote de 3 a 4 hojas verdaderas. Esta etapa es de crecimiento y desarrollo de tejidos, al emerger la planta y recibir luz se convierte en autótrofa, esta etapa puede durar de 3 a 4 semanas.

Segunda fase o de roseta: empieza con el brote hojas nuevas, la reducción de los peciolos y por último se forma la roseta con una cantidad de 12 a 14 hojas, durando así esta etapa de 3 a 4 semanas.

Tercera fase o acogollado: empieza con el ensanchamiento de las hojas y la nervadura central se curva, formándose así la cabeza o cogollo y en las variedades que no forman cabeza emergen las nuevas hojas, durando así esta etapa de 2 a 3 semanas.

Cuarta fase o floración: disminuye la calidad de la cabeza, las hojas se vuelven largas con un sabor amargo, el tallo se alarga y emergen las inflorescencias (**Vásquez, 2015**).

Descripción morfológica

Raíz: es pivotante y puede llegar a medir hasta 30 cm, su sistema radicular es ramificado, fibroso y muy desarrollado.

Tallos: son tallos cortos blandos de forma cilíndrica, no son notorios y están cubiertos por el follaje.

Hojas: dependiendo de la especie se define por su color que varía entre tonos rojizos y verdes, su disposición de hojas sueltas o encabeza y los bordes entre lisos, ondulados y aserrados.

Flores: son de color amarillo y se agrupan hasta de 20 floretes llamados inflorescencias compuestas. Y antes de abrirse se autopolinizan.

Semilla (Fruto): Botánicamente es un aquenio cubierto de vilano plumoso que puede llegar a medir hasta 4 mm, su forma es aplanada, su color varía entre negro, blanco y amarillo (Simbaña, 2015).

Variedades

En esta hortaliza sobresalen 4 variedades botánicas:

Var. Capitata:

Esta variedad también es conocida por formar cabeza, se identifican dos tipos:

Tipo Iceberg (hojas crespas): Forma cabezas de gran tamaño y peso, se caracterizan por ser apelmazadas, de hojas firmes, gruesas, nervaduras voluminosas, de color blanquecino, textura suave y pueden soportar la movilización en transporte a largas distancias. Se resiste a la emergencia de su tallo floral y tiene la desventaja de que pueden tener menos contenido proteínico debido a que las hojas externas cubren el corazón de la planta y queda de un color pálido.

Cultivares de este tipo: Iceberg, Batavia y Great Lakes.

Tipo Trocadero (Hojas mantecosas): Forma cabezas de tamaño mediano y llegan a pesar menos de 600g, son de hojas no tan compactas, delgadas y suaves, de nervaduras menos voluminosas además y son menos resistentes al transporte móvil de largas distancias.

Cultivares de este tipo: White Boston, Maravilla, Francesa, Trocadero, Española y Milanese.

Var. Longifolia:

En esta variedad predominan dos tipos: romana y cos.

Presentan cabezas poco apelmazadas, hojas más alargadas hasta los 30 cm de largo y 10 cm de ancho, nervaduras menos voluminosas que la variedad capitata, al desarrollarse se juntan por la parte apical formando un pseudocogollo. Puede llegar a pesar hasta 1 kg, puede tolerar muy bien las altas temperaturas y es una de las variedades más cultivadas.

Cultivares de este tipo: Parris Island Cos, Clemente, Orejona, etc.

Var. Intybacea

En esta variedad se identifican dos tipos:

Tipo Lollo: Posee hojas dispersas que no llegan a envolverse, son sésiles y con borde ondulado, no forma cogollo y son de tamaño menor tamaño y peso llegando a pesar hasta 200 gramos. Se identifican dos subtipos: **Rossa** (se identifica por su color rojizo o violeta) y **Bionda** (se identifica por sus diferentes tonalidades verdosas). Poseen un ciclo vegetativo corto aproximadamente 50 días.

Cultivares de este tipo: Hoja Roble, Waldman's Green, Bionda, Italiana, Prize Head, Red salad Bowl, Rossa.

Tipo Cogollo: Poseen un parecido similar a la Variedad Longifolia, pero con un tamaño inferior, incluso es menor a la palma de la mano de un adulto. Presenta hojas brillantes sésiles de color verde formando un cogollo apelmazado y achatado.

Cultivares de este tipo: Mini-Gem, Bambi, Cegolaine, Tudela, Baby Bibbs.

Var. Asparagina

Es también conocida como lechuga espárrago, pero el mayor cultivo de esta es en Asia y escasa en Europa y América. La parte más deseada para consumo de esta variedad son los tallos tiernos carnosos comestibles y sus hojas son enteras y sésiles con tonalidades rojizas o verdes.

Cultivares de este tipo: Celtuce o Chinese stem lettuce. (Palma, 2019).

1.1.2 Producción de lechuga en Ecuador

A lo largo de esta última década, la obtención de productos agrícolas, en este caso hortalizas, ha mejorado drásticamente. En esta zona ha crecido el cultivo de lechuga, en parte mediante la introducción de nuevas variedades y el aumento del consumo. Como resultado, el uso adecuado de insumos alternativos es una nueva tendencia, por lo que es importante determinar la producción y productividad de estas nuevas variedades en diferentes épocas vegetales y sistemas de producción que día con día cobran una importancia significativa. **(García, 2011)**

Según el informe anual del Sistema de Información Geográfica Agropecuaria (Sigragro), en 2005 se dedicaron alrededor de 1.288 hectáreas al cultivo de lechuga en Ecuador, lo que corresponde a una producción de 7.680 toneladas, aproximadamente. La provincia con mayor producción es Tungurahua con 3.256 toneladas métricas de lechuga en un área de 640 hectáreas, seguida por la provincia de Chimborazo con 2.560 toneladas métricas en un área de 366 hectáreas. Pichincha ocupa el tercer lugar, 68 hectáreas y generó una producción de 548 toneladas métricas. Azuay, Carchi, Imbabura, y Loja tienen un promedio de 45 a 49 hectáreas de área de cultivo, mientras que Cañar registra 4 hectáreas y Cotopaxi 29. Según el estudio, en los primeros seis meses del 2006; estas cifras no variaron. Dentro de este ámbito, el uso de fertilizantes orgánicos, provenientes de varios orígenes, es una excelente alternativa para obtener productos agrícolas seguros y sin contaminación química tóxica; fáciles de fabricar, económicos y de alta calidad **(García, 2011)**.

La agroeconomía y agroindustria exportadora ecuatoriana se ha reactivado y esto ha permitido que la horticultura ecuatoriana incremente su importancia **(Álvarez et al., 2014)** y se ha incrementado el consumo debido a cambios en los hábitos alimentarios **(Espinoza, 2015)**. En el año 2000, se registraron 9,770 toneladas métricas de producción, con el 58 o 63% de la producción en pequeña escala en menos de 1 hectárea de cultivo solo y asociado cada uno **(INEC, s/f)**. Por otra parte, la **FAO (2019)** registró un aumento de 17.301 toneladas producidas para el año del 2017. Según el **INEC (2013)**, en la encuesta de consumo y gastos de hogares en el Ecuador, el 32%

de la población rural invierte en alimentos y refrescos, con solo el 2%, de gastos, de las verduras compradas en esta categoría. En la región de la Sierra, el precio de la canasta básica familiar fue de 722.44 dólares, en la región Costa fue de 695.52 dólares. Este gasto de verduras, en la zona costera, sería de 14 dólares (INEC, 2017). Para Zaruma (2009), la AFC (Agricultura Familiar Campesina) para áreas de producción es de 500 a 2000 m², para pequeños productores de 0.25 a 1 hectárea y para medianos productores de 1 a 3 hectáreas.

En Ecuador, cuando el 80% de la tierra agrícola en América Latina es propiedad de la AFC, esa cifra se eleva al 84,5% (Salisedo y Guzmán, 2014). La producción de hortalizas y los cultivos están en manos de productores pequeños y de las familias campesinas agricultoras. Para el Ecuador, el 83% de este producto es para el consumo doméstico. El cultivo, específicamente de lechuga, crece tradicionalmente en el campo abierto, pero también en invernaderos y sistemas hidropónicos. Esta es desarrollada en una estación fría, con 18 a 25 °C de temperatura durante el día y 10 a 15 °C en la noche apta para el crecimiento y desarrollo (Maroto, 2002; Savedra, 2017).

Vera (2008) afirma que *Lactuca sativa* L. es una planta cultivada comúnmente para usar sus hojas como verdura. Se suele consumir fresca como complemento a otros alimentos, sin embargo, en China se consume cocida y, para ellos, el tallo de la lechuga tiene la misma importancia que la hoja. La lechuga es una hortaliza anual de crecimiento propio de la familia Compositae, que lleva el nombre científico de *Lactuca sativa* L., Su raíz alcanza más de 25 cm. de profundidad. Es también pivotante, corta y ramificada. Sus hojas están ubicadas en roseta; en algunos casos continúan haciéndolo durante su desarrollo (especie romana), en otros casos se acogollan después de un tiempo. Los bordes de los limbos pueden llegar a ser lisos, espinosos y aserrados u ondulados. El tallo se presenta en forma cilíndrica y ramificada. La inflorescencia presenta capítulos florales de color amarillo; dispuestos en racimos o grupos. La semilla está cubierta por vilano plumoso.

Las hojas exteriores presentan mayor cantidad de vitamina C, sin embargo, la lechuga es una verdura baja en calorías (Vera, 2008).

1.1.3 Agricultura Urbana

El abandono del campo y la urbanización de tierras a provocado que las superficies para cultivo disminuyan, ya que la mayoría de estas tierras están siendo utilizadas para la construcción de viviendas y edificios comerciales. Esto ha generado el aumento de la población, de desechos comunes y también el consumo de alimentos. Por lo que la mayoría de estos productos son adquiridos en plazas o mercados, siendo desconocido su origen y la forma en la que son producidos (**Sevilla Santillán, 2011**).

Todas estas situaciones han impulsado la implementación de modelos de agricultura urbana dirigidos a la seguridad alimentaria y el reciclaje de desechos en Cayambe y en la mayoría de ciudades ecuatorianas, para brindar una opción innovadora para la producción de alimentos vegetales y hacer útiles los lugares poco empelados como: terrazas y amplios jardines promoviendo así el reciclaje de desperdicios y con esto crear un pequeño paso para la reducción de la contaminación, mediante el uso de materiales orgánicos (compost, abonos) e inorgánicos (reciclables), para la fabricación de los semilleros y lugares estables para la producción de plantas (**Sevilla Santillán, 2011**).

La parte de la población que se beneficiara de la implementación de este modelo de gestión son los pobladores de la zona urbana de cada cantón, ya que de este modo tendrán a su disposición alimentos sanos, dentro sus propiedades en zonas urbanas, evitando la limitación de no poseer terrenos para producción de alimentos. Las ventajas principales de este modelo se aplican a tres dominios esenciales: economía, medio ambiente y salud. **Salud:** Asiste a este dominio de la población garantizando productos saludables libres de exceso de pesticidas y cuidado más orgánico lo que los hace más recomendable para el consumo, optimizando la nutrición y el bienestar de cada persona. **Medio Ambiente:** Colabora con la disminución de la contaminación, ya que hace hincapié en la reutilización y reciclado de desechos inorgánicos como plásticos, y evita que estos terminen en ríos y mares esperando por su descomposición una gran cantidad de años y también el uso de agroquímicos que contribuyen a la contaminación del aire, el agua y el suelo. **Economía:** existe una disminución de

gastos en la compra de alimentos a sobreprecio y estimula el generar nuevos ingresos a raíz de la venta de la producción (**Sevilla Santillán, 2011**).

Características de alimentos producto de la agricultura urbana:

- Son producidos con agua potable, por lo que los productos no tienen contacto con aguas dudosas o no potables, por lo que se eliminan las fuentes de enfermedades para los consumidores de los alimentos y las plantas.
- Se puede evitar el uso de agroquímicos.
- Se puede tomar en cuenta como proyecto académico en que se usa la técnica aprender haciendo (**Cucho, 2007**).

Un objetivo claro que posee la agricultura urbana es ser una estrategia participativa además de solidaria que busca integrar a los clientes directamente en la cadena de producción agrícola. El objetivo es mejorar la seguridad alimenticia; aumentando el uso de alimentos saludables, creando empleo estable y fuentes de ingresos para los productores urbanos, y utilizando la conciencia ambiental y la responsabilidad social (**Moreno, 2007**).

Por lo tanto, los factores sociales, económicos, tecnológicos y ambientales se están convirtiendo en parte integral de la agricultura urbana. Estos factores indican el propósito y la función de este determinado tipo de agricultura y juntos determinan el verdadero valor que representan los consumidores y, de la misma manera, de los agricultores urbanos. Estos, a su vez, se muestran en indicadores para asegurar la sostenibilidad de este proceso. Tales como autosuficiencia alimentaria, ingresos económicos, riesgo económico, conservación de suelos, riesgo de erosión, manejo de la biodiversidad, satisfacción de necesidades básicas, adopción de estas prácticas agrícolas, inclusión social, conocimiento y conciencia, el conocimiento del conocimiento agrológico y de gestión se utilizará para el análisis sostenible realizado de acuerdo con el proyecto propuesto para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de **Saradon et al. (2006)** y **Sarandon (2009)**, así como los Indicadores de Sostenibilidad Urbana **Blixen et al. (2007)**

La importancia de este estudio es identificar y establecer los beneficios de la soberanía alimentaria para los habitantes urbanos en la agricultura urbana. Demostrar cómo la agricultura urbana puede transformar las ciudades en una producción alimentaria sostenible y resiliente al producir y consumir alimentos sanos y de calidad de forma gratuita y mejorar la nutrición y la salud tanto de productores y asimismo de consumidores, libres de pesticidas y fertilizantes químicos. Esta agricultura determinada; proporciona el cimiento indispensable para la restauración de los productos tradicionales locales y así se impulsa a la preservación de la biodiversidad, hablando específicamente de la agrobiodiversidad particular del área de Quito, que significa diversos tipos de animales y plantas los cuales son primordiales dentro de la agricultura en esta área **(Clavijo, 2013)**.

Claramente, no existe una solución integral a este interminable y complejo problema, sin embargo, la agricultura urbana (AU) puede llegar a ser una alternativa para aminorar el impacto en las diferentes áreas urbanas. La envergadura de este enfoque como solución se puede ver en muchas situaciones. La agricultura urbana brinda una alternativa a la desconexión entre las ciudades, el medio ambiente y la naturaleza, y no solo promueve el procesamiento y comercialización de alimentos nutritivos en las ciudades, sino que también crea espacios productivos para la educación y la conciencia ambiental. Considerando el paisaje urbano, es una alternativa agroecológica que genera empleo y contribuye al desarrollo sostenible y una mayor libertad económica. “Se la podría llamar una revolución verde en pro del paisaje urbano” **(Secretaría General de la Alcaldía de Bogotá, 2010)**.

No solo es un sistema agrícola urbano, sino que también contribuye a la gestión, al diseño y a la planificación sostenible de la urbanización (asentamientos) **(Ávila 2005)**. En general, la agricultura urbana (AU) se refiere al desarrollo, procesamiento, distribución, cultivo y uso de productos agrícolas en áreas urbanas con fines productivos utilizando recursos escasos como tierras abandonadas, aguas tratadas, residuos reciclados y obreros desempleados **(Moreno, 2007)**. Con implicaciones sociales, económicas, ambientales y geográficas positivas, la agricultura urbana se perfila ahora como una estrategia de gestión urbana integrada. Esto contribuye a una

mejor gestión del suelo natural y los recursos hídricos; recopilación geográfica y ecológica de áreas degradadas y no utilizadas en ciudades; crear instalaciones de recreación, educación y producción en torno a la agricultura urbana, proporcionando alimentos y empleo, y fomentando las interacciones sociales entre diferentes actores urbanos. **(Moreno, 2007)**

La comercialización de alimentos asimismo de los sistemas de producción utilizados hasta ahora han requerido de buenas cantidades de energía y costos, como se presentan: obras de cultivo industriales (que incluyen fuentes de agua y suelo), transporte de larga distancia dirigido a la comercialización y a los mercados; y a menudo fabricantes de cadenas largas y distribuidores, entre otros. **(Revista, AU S.f.)** Los proyectos agrícolas urbanos desarrollan cadenas sociales que fortalecen a la comunidad. La producción y el consumo de productos alimenticios locales ayudan a la reducción de costos de producción, lo que beneficia con ayuda económica hacia las familias.

En contraste, la agricultura urbana va mucho más allá del conjunto de asuntos y tácticas empleadas por grupos ideológicos o políticos del norte que del sur **(Mougeot, 2006)**. En ciudades del norte, la protesta pública sucedidas durante el siglo pasado; en cuanto a la agricultura urbana, se ha centrado principalmente en el fortalecimiento de las hortalizas domésticas y comunitarias para garantizar la seguridad alimentaria durante épocas de crisis, como la Ley de asignación de clases múltiples de 1925, 1924 a 1947. En tiempos actuales, ciudades como Estocolmo, Ámsterdam, Berlín y Londres, entre otras; relacionan la agricultura urbana con el reciclaje, combinando conservación, medicina y recreación, educación y alimentación nutritiva y segura, arquitectura ecológica. **(Mougeot, 2006)**.

La universidad de Montreal, “McGill University’s School of Architecture”, la primavera del 2007, estudiantes de la institución; acompañados de un grupo de voluntarios y con el apoyo del “International Development Research Centre” (IDRC) utilizaron y remodelaron un área del campus en un espacio “comestible” y productivo. El nombre que se le dio al proyecto es “The Edible Campus”, con el fin de aprovechar, de manera sencilla y directa, los espacios no o poco utilizados de la zona urbe, para la

producción de alimentos, desarrollando un modelo sostenible; con el que se pretende incorporarse en diferentes facultades y universidades de las demás ciudades. En 2008, el proyecto recibió el premio “National Urban Design Award” dando a conocer su valor productivo y demostrando que podría integrarse en áreas urbanas sin reducir o amenazar la productividad (**Mougeot, 2006**).

1.1.4 Agua en la Agricultura

La Comunidad Andina se conforma de 4 países Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia, posee una variación pluvial marcada. Sus fuentes hídricas principales provienen de la Cordillera de los Andes. El 10% de los recursos hídricos del mundo se encuentran en la región andina. Para el uso agrícola se destina el 78% del agua dulce de la región y gracias a la contaminación su calidad se ha deteriorado y esto representa un grave riesgo para el ser humanos y sus actividades (**Secretaría General de la Comunidad Andina 2010:14-31**).

1.1.5 Riego Solar

El riego solar por goteo, es el sistema por goteo más eficiente, económico y simple, el cual permite, a un sinnúmero de agricultores alrededor del mundo, emplear 10 veces menos agua y así mejorar su producción (**Flores, 2016**). Este sistema de riego, también conocido como komkom o Kondenskompressor, utiliza energía solar como fuente de energía para el flujo y movimiento del agua.

El sistema (Kondenskompressor) presenta además la ventaja de hacer posible el empleo de aguas salobres o incluso de agua de mar para el riego ya que transforma cualquier tipo de agua (ya sea salada) en agua dulce (destilada). Para la elaboración del kondenskompressor; se puede emplear un de los materiales más abundantes y accesibles para su obtención, es decir, botellas de plástico. La fabricación e instalación es muy sencilla y accesible para cualquier agricultor, tanto a nivel profesional o doméstico. (**Fabricación del Kondenskompressor, 2010**). También requiere muy poco mantenimiento, ya que solo es necesario llenar el tanque con agua cuando sea

necesario y todas las plantas que pudieron haber crecido dentro del Kondenskompressor deben eliminarse.

a) Elaboración de un Kondenskompressor

Para elaborar un kondenskompressor se necesita conseguir dos botellas de plástico (botellas de cola, agua, etc.) con tapa, una botella con un tamaño mayor que la otra, es decir, una de 3 litros y otra de 1 litro **(Flores, 2016)**.

La botella grande debe cortarse para quitar el fondo, la botella más pequeña debe cortarse por la mitad, solo el fondo es útil. La parte inferior de la botella pequeña se coloca en el suelo, se llena de agua y la botella grande se coloca encima. Su disposición mutua nos permite desenroscar la tapa de la botella más grande y verter agua para rellenar la pequeña **(Flores, 2016)**.

La disposición de las 2 botellas, así dispuestas, (Kondenskompressor) se debe ubicar al lado de la planta que se planea regar. Después se puede poner paja, heno, rocas, hojas secas, etc., alrededor de la botella y del Kondenskompressor.

a) ¿Cómo funciona el goteo solar?

Al momento de regar la superficie del terreno que se quiere utilizar, parte de esta agua la toman las plantas directamente de las raíces. La planta usa esta agua cuando crece y suda a través de las hojas. Por lo tanto, la planta necesita un suministro regular de agua para sobrevivir. Otra parte del agua utilizada; que cae al suelo, se va evaporando directamente hacia la atmósfera, sin que pase por la planta y sin beneficiar a la misma **(Flores, 2016)**.

También debe tenerse en cuenta que, en riego o lluvias intensas, algunas otras partes del agua ingresan a las capas profundas del suelo, caen en arroyos subterráneos y pueden no ser lo suficiente aptas o útiles para el cultivo. El sistema del goteo solar es muy similar a los destiladores solares. La energía solar se utiliza para evaporar el agua en un área determinada y dirigirla en la dirección correcta debido a su ingenio **(Flores, 2016)**.

Cuando sobre el Komkom inciden los rayos del Sol, en su interior se produce el efecto invernadero elevándose la temperatura del aire y provocando que el agua del depósito se evapore. El aire del interior de la campana se satura de humedad con lo que se producen condensaciones en forma de gotas en la pared. Mientras siga estando expuesta al Sol la evaporación continúa y se forman cada vez gotas más grandes que terminan por deslizarse por las paredes y caer sobre la tierra regándola. De esta manera se reproduce el ciclo natural del agua en pequeña escala. **(Fabricación del Kondenskompressor, 2010)**

Cuando los rayos del sol inciden en el Kondenskompressor, se produce un efecto invernadero, en el interior, que eleva la temperatura y evapora el agua del recipiente. El aire dentro de la campana está lleno de humedad, lo que provoca condensaciones (las gotas en las paredes del recipiente). Mientras la luz del sol cae directamente en el Kondenskompressor, la evaporación continúa y se forman más gotas y cada vez más grandes, y, a medida que se deslizan por las paredes la tierra se va regando. Por lo tanto, se cumple, en menor escala, con el ciclo natural del agua **(Fabricación del Kondenskompressor, 2010)**.

La importancia del sistema de riego por goteo, asimismo solar como tradicional, radica en que el suministro esencial del agua es necesario para el desarrollo de las plantas, y de la misma manera ayuda a evitar el gasto innecesario del agua en zonas que no utiliza la planta, ya que llegaría a evaporarse, filtrarse o desperdiciarse **(Flores, 2016)**.

Al no haber conexión directa con la atmósfera exterior el agua no se pierde por la campana. Para evitar que exista evaporación en las áreas alrededor de la planta y del Kondenskompressor se dispone el heno o paja que mantiene la humedad en el suelo. De esta manera la única forma en la que el agua se evapora es a través de las hojas de la planta una vez ya ha sido utilizada en su desarrollo **(Flores, 2016)**.

Dado que no existe contacto directo con el aire exterior el agua no llega a perderse en la campana. Con el fin de que no haya una evaporación en áreas externas a la planta y

del Kondenskompressor; se utiliza paja o heno para mantener la humedad en el suelo. Por lo tanto, el agua se llega a evaporar solo por las hojas de las plantas una vez que esta haya sido de utilidad para su desarrollo (Flores, 2016).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Implementar la técnica de riego solar en fundas para producción de plantas, para la producción del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en agricultura urbana.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el número de botellas PET (Trefalato de Polietileno) en fundas como macetas como práctica de Agricultura Urbana en la técnica de riego solar implementado en la parroquia de Atahualpa.
- Establecer la diferencia de cultivo mediante la evaluación agronómica entre los tratamientos propuestos del riego solar.
- Identificar el tratamiento con mayor eficiencia del uso del agua para la producción de lechuga en agricultura urbana.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y Equipos

- Botellas de plástico PET pequeñas (aprox. 330 cc)
- Botellas de plástico PET medianas (aprox. 500 cc)
- Botellas de plástico PET grandes (aprox. 1000 y 1200 cc)
- Fundas de producción de plantas (aprox. 50 x 50 cm)
- Probeta 50 ml
- Probeta 250 ml
- Probeta 500 cc
- Regla
- Estilete
- Utensilios de jardinería
- Agua potable
- Sustrato de arena lavada de río con cascarilla de arroz en proporción de 3:1
- Plántulas de Lechuga (*Lactuca sativa* var. *intybacea*) Tipo Lollo Bionda.
- Balanza Analítica

2.2 Ubicación del experimento

2.2.1 Características del lugar

Investigación

Para la investigación se manejó las instalaciones del domicilio N.º 40, perteneciente al Señor Gonzalo Cordero Añazco, ubicado en la Urbanización “La Victoria” calle Huaquillas y La Piedra, situada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua Con una temperatura máxima de 18° C y una temperatura mínima de 12° C. Con una

humedad relativa del 53%. La localidad se halla a 2 556 msnm sus coordenadas geográficas son de latitud 01° 13' 33" Sur y a 78° 36' 19" de longitud Oeste.

Material Vegetal

Se trabajó con plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*) obtenidas de los viveros locales de la parroquia Izamba, de la provincia de Tungurahua, ubicadas a una altura de 2 557 msnm sus coordenadas geográficas son: 1° 13' 35" de latitud Sur y a 78° 35' 10" de longitud Oeste.

Agua

Se utilizó el agua potable con pH 7 obtenida de la tubería ubicada en el domicilio 40 ubicado en la Urbanización "La Victoria" calle Huaquillas y La Piedra, situada en el cantón Ambato. La cual proviene de la estación de bombeo de El Socavón.

2.3 Manejo de experimento

Para el manejo de cultivo se realizaron las siguientes labores culturales:

2.3.1 Preparación del sustrato

La cascarilla de arroz fue adquirida en un local comercial cercano, evitando la elevación del costo del transporte, la arena lavada de río fue adquirida en las instalaciones de la cantera Tilulun propiedad del Sr. Arias, la cual fue tamizada en las mismas instalaciones. La mezcla para la obtención del sustrato de arena lavada de río y cascarilla de arroz fue en proporciones de 3:1 respectivamente. Se colocó y mezcló en un recipiente 3 libras de arena lavada de río y una libra de cascarilla de arroz dado el tamaño del recipiente se repitió el proceso varias veces hasta alcanzar la cantidad indicada que posteriormente se colocó en las fundas de producción.

2.3.2 Preparación de botellas base y campanas.

La preparación para las botellas tanto base y campana tuvieron fue misma. Fueron recicladas las que se usaron en casa y de las casas pertenecientes a la urbanización en la que se encuentra el domicilio en el que se realizó el proyecto. Primero se sacaron las etiquetas para luego ser cortadas las de 330 cc para base, 500 cc para base y campana al igual que las de 1 y 2 litros para campas. Ambas fueron lavadas con agua y jabón, las botellas base, una vez que se secaron fueron separadas en tres grupos de dieciocho las primeras fueron graduadas con 100 cc, el segundo grupo con 200 cc y las ultimas con 300 cc.

2.3.3 Trasplante

Las plántulas fueron adquiridas en un local comercial en la parroquia de Izamba, las cuales ya presentaban 4 hojas verdaderas. El sustrato colocado en las fundas de producción fue regado antes de realizar el trasplante, las cuales se colocaron una por funda dejando el espacio para las botellas. Y al finalizar el trasplante fueron regadas para evitar que se marchiten.

2.3.4 Fertilización y control de plagas.

Se utilizó Tectrin (cypermethrin) y Fitoroot en cantidad de 1 ml y 10 ml respectivamente en un litro de agua con la ayuda de un atomizador esta labor se realizó al siguiente día del trasplante, el día 15 y el 45. Para intercalar los productos de control de plagas y fertilización el día 30 de establecido el cultivo se colocó una preparación en un litro de agua que contenía: oligomix, calcio-boro, poncho de agua (mancozeb + cymoxanil + ethylenthiourea), olate (acephate), rotamik 1.8 EC (abamectina).

2.3.5 Cosecha

La cosecha fue realizada a los 57 días del trasplante manualmente, utilizando un cuchillo.

2.3.6 Factores de estudio

- a) Número de botellas por maceta

Tabla 2. Número de botellas por maceta incluido base y campana

Símbolo	Botellas
B1	1
B2	2
B3	3

Elaborado por: María Cordero (2020)

- b) Volumen de Agua.

Tabla 3. Volumen de agua para cada botella base

Símbolo	Botellas
D1	100 cc
D2	200 cc
D3	300 cc

Elaborado por: María Cordero (2020)

2.3.7 Tratamientos

Los tratamientos serán la combinación de los factores de estudio y se podrán apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Tratamientos y Simbología

No.	Símbolo	Botellas	Volumen
1	B1D1	1	100 cc
2	B1D2	1	200 cc
3	B1D3	1	300 cc
4	B2D1	2	100 cc
5	B2D2	2	200 cc
6	B2D3	2	300 cc

7	B3D1	3	100 cc
8	B3D2	3	200 cc
9	B3D3	3	300 cc

Elaborado por: María Cordero (2020)

2.3.8 Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental completamente al azar en factorial de 3 x 3 con un total de 9 tratamientos con 3 repeticiones. En el cual se buscó la interacción entre los 2 factores de estudio, volumen de agua en las botellas y el número de botellas por maceta (Funda).

Características del proyecto

Tabla 5. Características del proyecto

Números de tratamientos	9
Número de repeticiones	3
Número total de macetas	27
Número de plantas por repetición	9
Número total de plantas	27
Número total de botellas	108
Número total de botellas base	54
Número Total de botellas campana	54
Número de botellas base y campanas por repetición	18
Distancia entre repeticiones	0.30 m
Distancia entre macetas	0.01 m

Elaborado por: María Cordero

Establecimiento del cultivo

Para la fase final del establecimiento del cultivo, se tomó las fundas con el sustrato y se colocaron en filas y columnas de 3 x 3, formando así tres cuadrantes de 9 fundas cada uno. Una vez colocadas se realizó el trasplante de las plántulas y se colocó en la primera columna de cada cuadrante una sola botella por funda, en la siguiente columna

por cada funda se colocó 2 botellas y en la tercera y última columna se colocó por cada funda 3 botella. En cada fila se colocó cada una de las dosis diferentes. En la primera fila 100 cc, en la segunda fila 200 cc y en la tercera fila 300 cc en cada uno de los tres cuadrantes.

Esquema de la disposición del ensayo

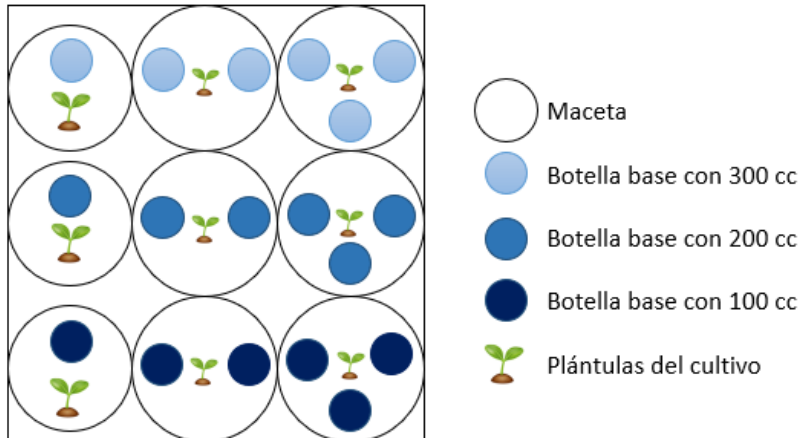


Gráfico 1: Establecimiento del cultivo

Fuente: Implementación de la técnica de riego solar.

Elaborado por: María Cordero

2.3.9 Toma de datos

La toma de datos del consumo de agua se tomó cada 24 horas desde el día del trasplante, dado que ese mismo día se colocaron las botellas base con su respectiva campana y dosis. Los demás datos a excepción del anterior mencionado fueron tomados después de la cosecha.

2.4 Variable respuesta

2.4.1 Volumen radicular

Para determinar el volumen radicular se utilizó el método desplazamiento de agua (Principio de Arquímedes), después de haber realizado la cosecha total, se colocó 200

ml de agua en una probeta de 500 ml en la cual se sumergió la raíz y calculando el volumen de la raíz con el agua derramada.

2.4.2 Longitud de raíz

La longitud de la raíz fue medida con una regla, se midió desde el cuello de la planta en vertical hasta la caliptra de la raíz. Este paso realizó después de la cosecha.

2.4.3 Número de hojas

Las hojas fueron contadas manualmente posterior a la cosecha.

2.4.4 Longitud de las hojas

La longitud de las hojas se obtuvo mediante la medición desde la base de la hoja hasta su ápice con una regla.

2.4.5 Ancho de la hoja

El ancho de las hojas se obtuvo de la medición con una regla, en la superficie de las hojas entre sus bordes en la sección de mayor separación.

2.4.6 Peso de las Plantas

Cada una de las plantas posterior a su cosecha fue pesada en Kg en una balanza marca Camry.

2.4.7 Consumo de agua

El consumo de agua fue medido diariamente, registrando la diferencia entre lo aportado y el volumen de agua colocado en la probeta. Se rellenó cada 24 horas, hasta la marca de la dosis que tiene cada una de las botellas base colocadas en el cultivo.

2.5 Hipótesis

La implementación de la técnica de riego solar es eficiente para el cultivo de lechuga (*L. sativa*) en agricultura urbana.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis e interpretación de los resultados

3.1.1. Influencia del número de botellas y dosis de agua sobre el Consumo de agua (ml.) semanal.

En el tratamiento donde se utilizó una sola botella (B1) y tres dosificaciones de agua (D1, D2, D3), se logró evidenciar que en el transcurso de las 8 semanas con el D1 se obtuvo mayor consumo de agua, en comparación con el D2 y D3, presentando valores de 12,38 – 15,28 ml entre la primera y octava semana, en la D1 (100 ml.) respectivamente, mientras que el D2 (200 ml) y D3 (300 ml) presentaron valores que fluctúan entre 11,27 – 14,09 ml y 11,05 – 13,39 ml, presentándose diferencia matemática mas no estadística.

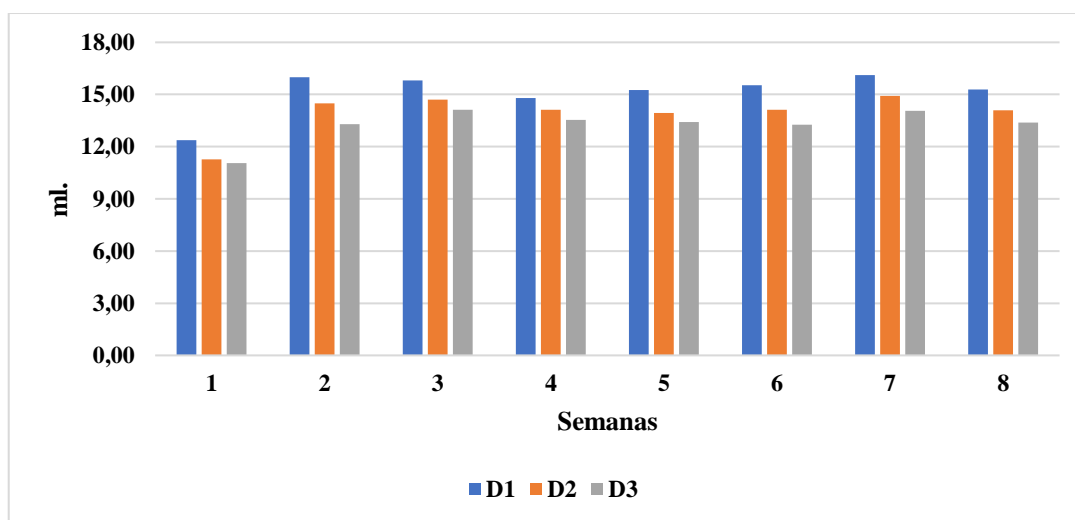


Figura 1. Influencia de una botella y tres dosis de agua sobre el Consumo promedio de agua (ml.) semanal.

En el tratamiento donde se utilizó dos botellas (B2) y tres dosificaciones (D1, D2, D3), se pudo observar que en el D1 (100 ml.) se produjo mayor consumo de agua con valores de 12,35 y 15,49 ml entre la semana 1 y 8, respectivamente, estos datos difieren

en comparación con el D2 (11,71 – 14,07) y D3 (10,91 – 13,79) entre la semana 1 y 8, respectivamente.

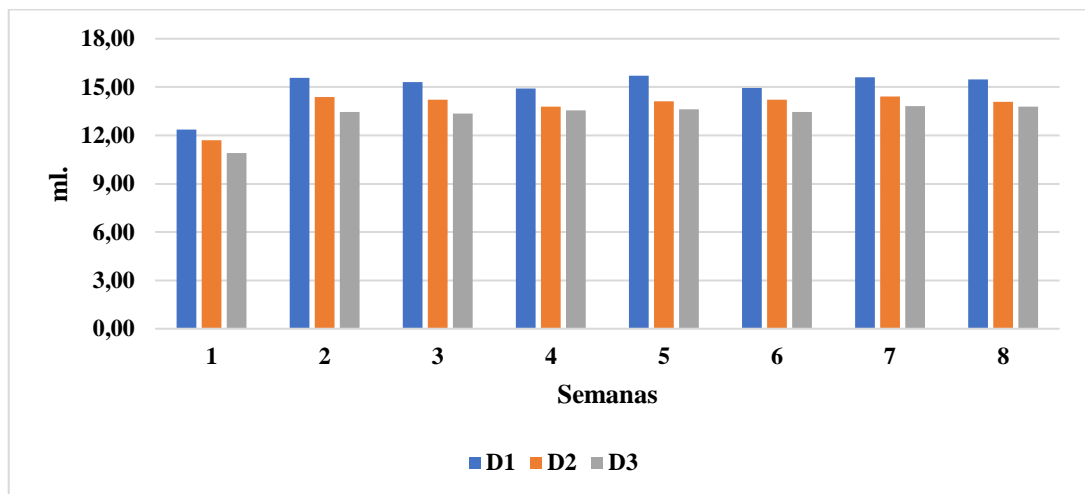


Figura 2. Influencia de dos botellas y tres dosis de agua sobre el Consumo promedio de agua (ml.) semanal.

En el tratamiento donde se utilizó tres botellas (B3) y tres dosificaciones de agua (D1, D2 y D3), se logró evidenciar que en el transcurso de las 8 semanas con el D1 presento mayor consumo de agua en comparación con el D2 (200 ml.) y D3 (300 ml.) presentando valores de 12,16 – 15,18 ml entre la primera y octava semana en D1, respectivamente, mientras que el D2 y D3 mostraron valores que fluctúan entre 11,68 – 14,17 ml y 10,91 – 13,79 ml entre las semanas 1 y 8, respectivamente.

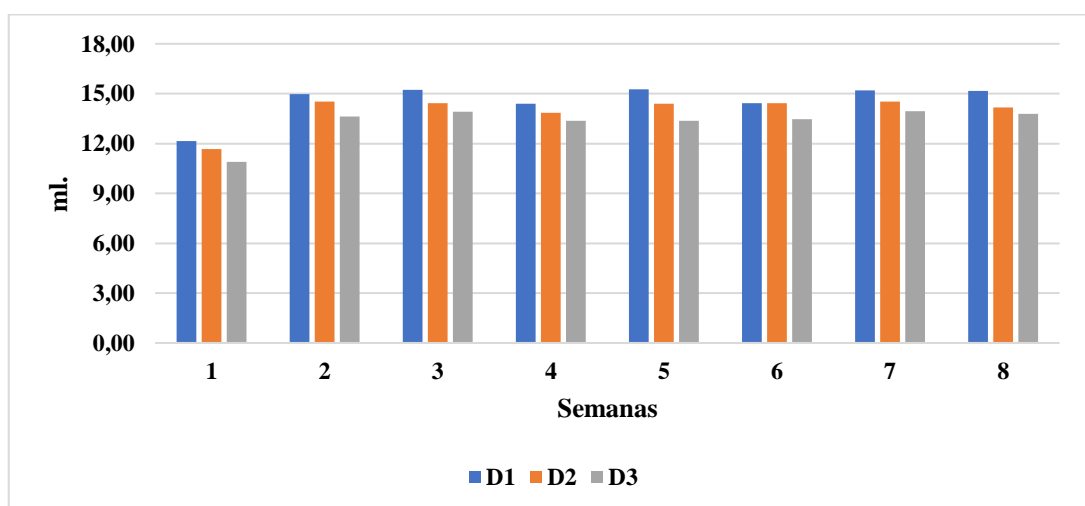


Figura 3. Influencia de una botella y tres dosis de agua sobre el Consumo promedio de agua (ml.) semanal.

3.1.2. Influencia del uso del número de botellas y dosificación de agua sobre el volumen y longitud de la raíz.

Se observó efecto del número de botellas y dosificación de agua sobre el volumen y longitud de la raíz (*Figuras 4 y 5*). El mayor volumen de raíz se obtuvo con el B2D1 (2 botellas, 100 ml de agua) con un valor del 13,33 ml, en comparación con el B3D1 (3 botellas, 100 ml de agua) que obtuvo un valor de 9,00 ml, el resto de tratamientos proporciono valores intermedios que fluctúan entre 9,67 y 12,00 ml.

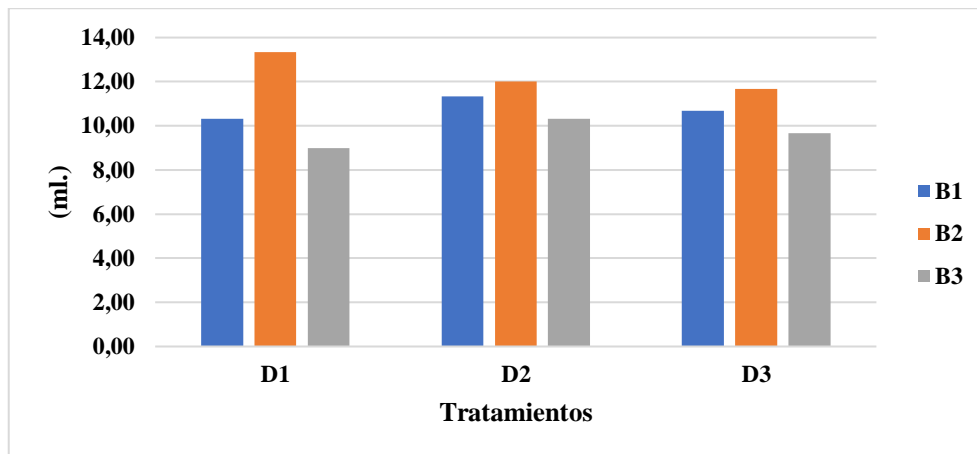


Figura 4. Influencia de los tratamientos sobre el volumen promedio (ml.) de la raíz.

En cuanto a la longitud de la raíz, el tratamiento B2D1 proporciono valores superiores de longitud de raíz en comparación al tratamiento B1D2, presentando valores de 20,17 cm y 14,4 cm respectivamente, el resto de tratamientos obtuvo valores que fluctuaron entre los 14,93 y 16,6 cm.

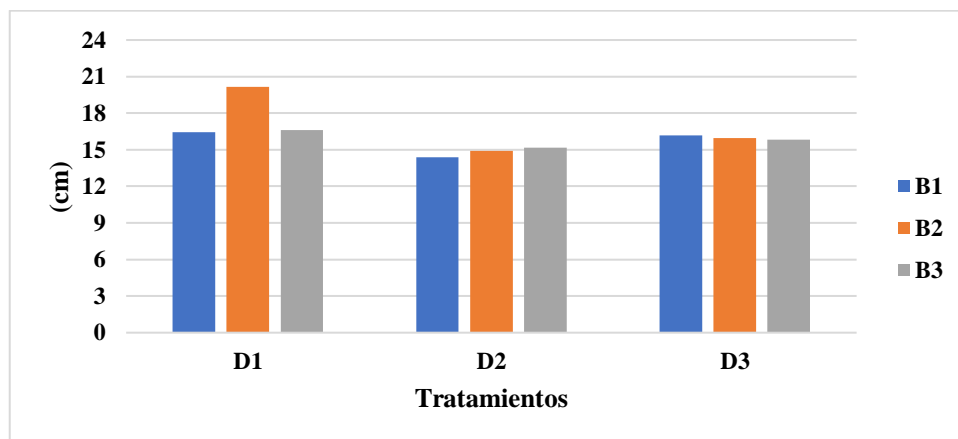


Figura 5. Influencia de los tratamientos sobre la longitud promedio (cm.) de la raíz.

3.1.3. Influencia del uso del número de botellas y dosificación de agua sobre el número, longitud y ancho de hojas.

Se observó efecto del número de botellas y dosificación de agua sobre el número, longitud y ancho de las hojas (*Figuras 6, 7 y 8*). En donde, en el número de hojas los tratamientos B1D2, B2D1 y B1D3 no obtuvieron diferencia significativa ni numérica, presentando un número de hojas promedio de 18,33; valores superiores en comparación al B3D1 con un numero de hojas promedio de 16,00.

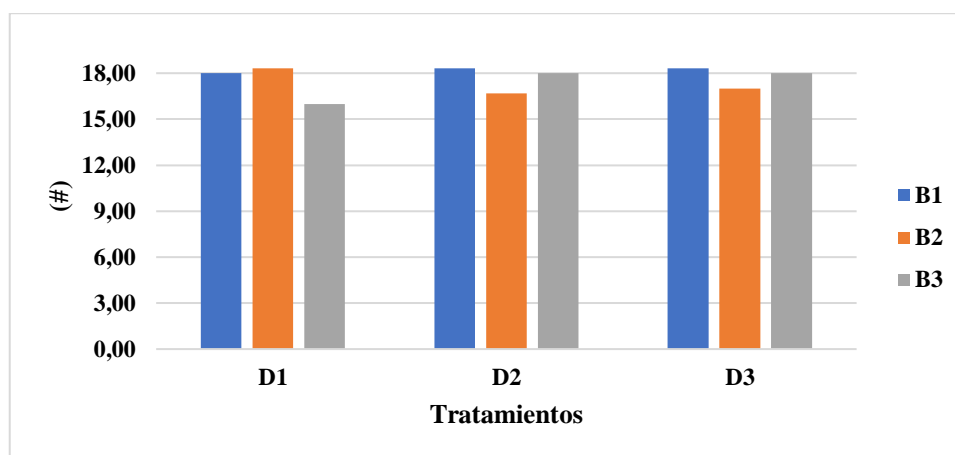


Figura 6. Influencia de los tratamientos sobre el número de hojas promedio (#).

En cuanto a la longitud de las hojas, se puede evidenciar que los tratamientos que presentaron mayores valores son B3D2 y B2D3 con una longitud de 7,00 cm, mientras que el B2D1 presento el valor más bajo con 6,03 cm, el resto de tratamiento presentaron valores que fluctúan entre 6,47 y 6,80 cm.

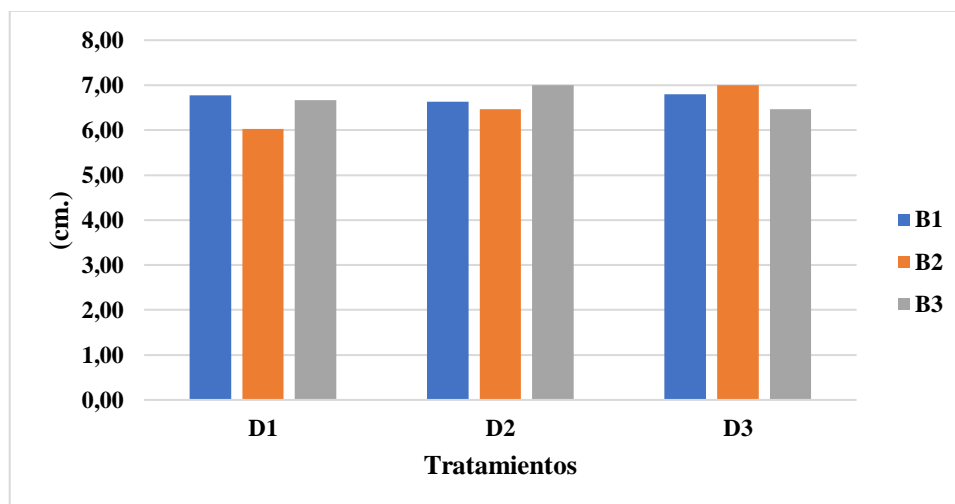


Figura 7. Influencia de los tratamientos sobre la longitud promedio (cm.) de las hojas.

En cuanto al ancho de las hojas, se obtuvo el mejor resultado con el tratamiento B1D3, obteniendo un incremento del 21% en comparación al B1D1, presentando un valor promedio de 8,07 cm (B1D3) y 6,37 cm (B1D1). El resto de tratamientos presento valores que fluctúan entre los 7,07 y 7,9 cm.

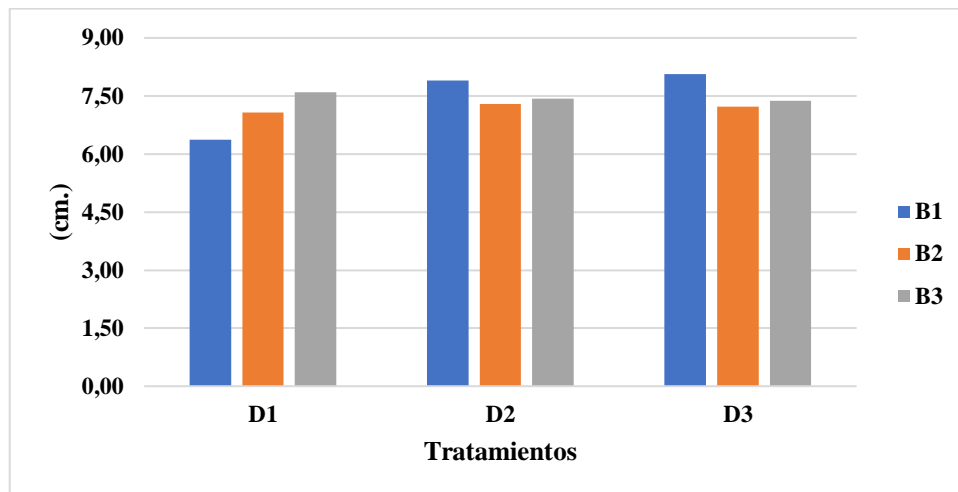


Figura 8. Influencia de los tratamientos sobre la longitud promedio (cm.) de la raíz.

3.1.4. Influencia del uso del número de botellas y dosificación de agua sobre el peso de la pella.

Se observó efecto del número de botellas y dosificación de agua sobre el peso de la pella (*Figura 9*). El mejor tratamiento fue el B1D2 presentando un valor de 36,00 g, en comparación al tratamiento B3D1 con el peso más bajo 27,67 g, el resto de tratamientos presento valores que fluctúan entre los 28,67 y 32,67 g.

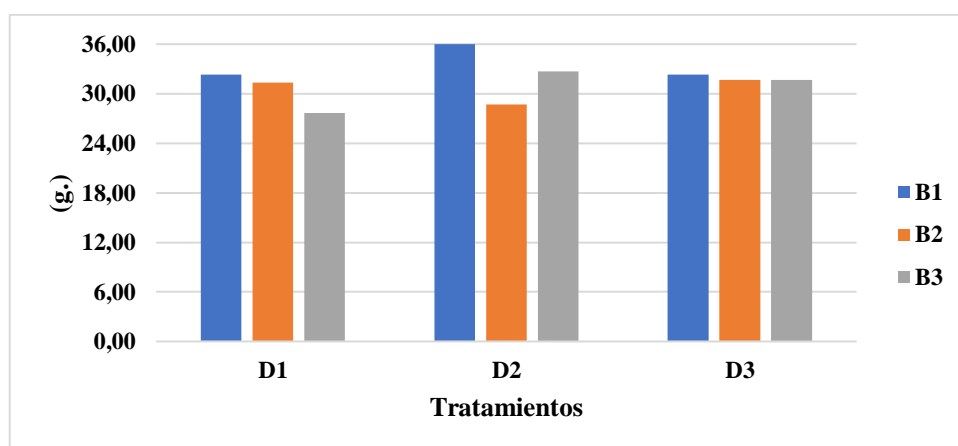


Figura 9. Influencia de los tratamientos sobre la longitud promedio (cm.) de la raíz.

Cabe recalcar que se presentaron diferencias matemáticas más no se presentó diferencia estadística significativa en las variables respuesta estudiadas.

3.2. Discusión de resultados

Eficiencia de la técnica de riego solar

La técnica de riego solar se considera eficiente, ya que nos permite usar energías ecológicas como es la energía solar y la reutilización de materiales, en este caso las botellas plásticas PET. Pero al realizarlo en una zona que no tiene las condiciones climáticas adecuadas, su eficiencia depende también del cultivo al que será destinado, ya que el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) utilizado en este ensayo y algunas otras hortalizas según **Bascuñan (1993)** necesitan un riego abundante y continuo. Por otro lado, haciendo referencia al clima con acuerdo con el reporte realizado por **Flores (2016)** ya que en su estudio se evidencia que la precipitación y la presencia de nubes reducen el paso de la energía solar y afecta a los aportes de agua realizados por el komkom, ya que de no estar presentes estos factores se habría generado un microclima más húmedo y por lo tanto el único aporte de agua hubiera sido el del ensayo. A causa del clima en el que se realizó el ensayo en el cual la mayoría del tiempo es frío y con menos presencia energía solar por la falta de un cielo despejado, no se logró obtener el efecto de destilación solar esperado y el agua aportada no fue suficiente para el cultivo en el que fue empleado, generando un crecimiento menor al esperado.

Número de botellas PET (Trefalato de Polietileno) en la técnica de riego solar

Para la mayoría de las variables respuestas, el número de botellas que ha presentado uno de los más altos resultados o se ha mantenido en un valor superior al promedio es B2 (dos botellas) como es en el caso de la longitud y volumen de la raíz y también en el número y longitud de las hojas. **Flores (2016)** en su estudio menciona que para aumentar la dosis de riego bastaría con duplicar el número de botellas del mismo tipo por maceta, pero también menciona que los aportes de

lluvia y la falta de un cielo despejado afecta el desarrollo del ensayo por lo que las diferencias son muy notables. Al igual que en este ensayo, ya que la presencia de estos factores (lluvia y cielo nublado) hizo que las lecturas no sean lo suficientemente estables para establecer diferencias significativas que nos permitan identificar claramente cual hubiera sido el número de botellas más conveniente. Por otro lado, **Flores (2016)** obtuvo como mejor resultado con un tratamiento en que hacía uso de una sola botella con diámetro superior. Por lo que recomienda usar una botella de 3 litros como base y una de 5 como campana.

Tratamiento con mayor eficiencia y evaluación agronómica en la aplicación del riego solar.

Podemos identificar el tratamiento B2D1 como uno de los mejores entre los 9 tratamientos, debido a que el número de botellas con mejores resultados es B2 y la dosis con mejor consumo o evaporación de agua es D1. Pero este no fue suficiente para obtener los datos esperados para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Según **Simbaña (2015)** la raíz de este cultivo podría llegar hasta 30 cm mientras que en este ensayo las raíces de mayor longitud fueron de 20,17 cm obtenida en la maceta con este tratamiento. Y según **Romero (2015)** la cantidad de hojas puede no ser mayor a las 15 hojas, pero su longitud es mayor a los 22,7 cm mientras que en este ensayo llegó a los 7 cm como valor superior. Para **Reinoso (2019)** en el estudio realizado obtuvo que uno de los mejores valores que obtuvo en peso de la pella fue de 81 g, a diferencia de lo obtenido en este ensayo que fueron 36 g. Lo que demuestra que la técnica de riego solar es eficiente para mantener al cultivo estable pero no aporta lo suficiente para su completo desarrollo y crecimiento.

3.3. Verificación de hipótesis

Se rechaza la hipótesis planteada, debido a que se determinó que la aplicación de la técnica de riego solar no es eficiente para el cultivo de lechuga (*L. sativa*) en agricultura urbana.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La implementación de la técnica de riego solar en fundas para producción de plantas no presento ningún inconveniente o dificultad al momento de ser establecido en agricultura urbana, debido a la facilidad de la fabricación del komkom ya que se utilizó elementos fáciles de conseguir como las botellas plásticas (PET) que fueron recicladas, el agua potable proveniente de las tuberías del domicilio en el que se realizó el ensayo, y para el sustrato arena lavada de río adquirida en la cantera Tilulun y cascarilla de arroz en un local comercial de venta de insumos agropecuarios.
- El número de botellas que reportan mejores resultados para la técnica de riego solar es B2 (2 botellas), ya que se mantiene entre los valores más altos y dentro de la media en cuanto a los resultados agronómicos del cultivo.
- El tratamiento que presenta mejores resultados en longitud (20,17 cm) y volumen (13,33 ml) de la raíz es B2D1 a diferencia de B1D2 (14,4 cm) con el valor más bajo en longitud y B3D1(9 ml) el valor más bajo en volumen de la raíz. En cuanto al número de hojas los tratamientos B1D2, B2D1 y B1D3 no mostraron una diferencia numérica o significativa con un valor promedio pero superior de 18,33 hojas a diferencia del tratamiento B3D1 (16 hojas) con un valor promedio pero el más bajo, en cuanto a la longitud de las hojas los tratamientos B3D2 y B2D3 (7,00 cm) obtuvieron un valor similar pero el más representativo a diferencia de B2D1 (6,03 cm) con el valor más bajo. Al igual que en el número de hojas el tratamiento B1D3 (8,07cm) y el B1D2 (36,00 g) obtuvieron mejores resultados en cuanto al ancho de las hojas y peso de la pella, y con los valores más bajos los B1D1 (6,37cm) para el ancho de hojas y B3D1 (27,67 g) para el peso de la pella.

- El tratamiento B2D1 se identifica como el más eficiente, debido a que B2 representa el número de botellas que aporta mejores resultados a nivel agronómico y la dosis con mayor consumo de agua es D1, en otras palabras, ha presentado una mayor cantidad de evaporación en comparación de las otras dosis propuestas. Por lo tanto, es uno de los tratamientos más eficientes.

4.2. Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda usar otros materiales de reciclaje para el establecimiento del cultivo en el que se puede ocupar botellas de mayor diámetro, por otro lado, se puede cambiar las macetas por otros materiales reutilizables como llantas, canecas, entre otros.
- Se recomienda hacer uso del riego solar en cultivos que tengan una demanda de agua inferior a la de ciertas hortalizas como la lechuga o a su vez hacer uso de la técnica en climas más cálidos, húmedos y con mayor disposición de la energía solar (un cielo más despejado) o la implementación de la técnica dentro de un invernadero (mas humedad), ya que esto depende el efecto invernadero que debe darse dentro de las botellas.
- De acuerdo a los resultados obtenidos y la investigación realizada se recomienda el uso de botellas base y campana de mayor diámetro, ya que según estudios tienen un aporte de agua mayor, además de realizar una limpieza periódica de las botellas bases ya que suelen llenarse de algas producidas por agentes del ambiente presentes en suelo y agua.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones en diferentes tipos de suelo, con dosis de agua superiores a los 300 ml y con mayor número de botellas, puesto que según estudios al duplicar las botellas base se genera un aumento en el aporte de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, T., Bravo, E., Armendaris, E. (2014) Soberanía alimentaria y acceso a semillas hortícolas en el Ecuador. LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida 20(2): 45-57. DOI: 10.17163.lgr.n20.2014.05.
- Ávila Sánchez, H. (2005) “Lo urbano-rural, ¿nuevas expresiones territoriales?” Universidad Nacional México.
- Bascuñan, A. (1993). Seguimiento técnico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) con destino a supermercado (Tesis lic en Agr) Universidad Católica de Valparaíso, Quilota.
- Bensink, J. (1971). On morphogenesis of lettuce leaves in relation to light and temperature. Mededeling Landbouwhogeschool. Vol. 71 (Nº 1). Pp. 1-93. Wageningen, Holanda.
- Blixen, C., P. Colnago, N. González, C. Márquez y M. Hernández (2007). “Propuesta de evaluación de sustentabilidad a través de indicadores en agricultura urbana para las huertas vinculadas al PPAOC”. Ponencia presentada en I Seminario de Cooperación y Desarrollo en espacios rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores, octubre 16 -17, en Almería, España.
- Cantor M. (2009) “Agricultura Urbana: Sostenibilidad y medios de vida”, Bogotá.
- Clavijo, C. (2013). La Agricultura Urbana En Quito: Análisis De La Sustentabilidad De Las Huertas De Tres Proyectos (Tesis de maestría). Facultad Latinoamericana De Ciencias Sociales, Quito, Ecuador.
- Cucho, L. (2007). Centro de difusión de agricultura urbana (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Retrieved from http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2007/cucho_cl/pdf/cucho_cl-TH.8.pdf

- De Vries, I. M. (1990). Crossing experiments of lettuce cultivars and species (*Lactuca* sect. *Lactuca*, Compositae). *Pl. Syst. Evol.* Vol. 171 (Nº 1). Pp. 233-248. 10.1007/BF00940608.
- De Vries, I. M. (1997). Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. *Genet. Resour. Crop Evol.* Vol. 44 (Nº 2). Pp. 165-174. 10.1023/A:1008611200727.
- Espinoza, E. (2015) Aumenta producción y consumo de hortalizas. *Revista El Agro* 227: 8-11. Disponible en: https://issuu.com/uminasa/docs/revista_agro_227__web_.
- Fabricación del komdenskompresor. (2010). Recuperado el 15 de diciembre del 2020, de sitio solar: www.sitiosolar.com
- FAO 2019, Datos sobre alimentación y agricultura. Cultivos. FAOSTAT, Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- Flint, L. H. y McAlister, E. D. (1937). Wave lengths of radiation in the visible spectrum promoting the germination of light sensitive lettuce seed. *Smithsonian Miscellaneous Collections.* Vol. 96 (Nº 1). Pp. 1-8.
- Flores, A. (2016). Estudio del uso de botellas plásticas recicladas (PET) en el riego por goteo solar y su aplicación en la forestación. Universidad Mayor de San Andrés.
- García, A. (2011). Efectos de la aplicación de cuatro bioestimulantes orgánicos foliares sobre la producción del cultivo de lechuga orgánica en la zona de Cuesaca Provincia del Carchi. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador.
- Giaconi, V. y Escaff, M. (2001). *Cultivo de Hortalizas* (15ª ed.) Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

- Gray, D. (1975). Effects of temperature on the germination and emergence of lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties. *J Horti Sci.* Vol. 50 (N° 4). Pp. 349-361.10.1080/00221589.1975.11514644.
- Holguin, C. (2015). *Agricultura Urbana en Quito: Estudio comparativo de los beneficios y perspectivas de la Agricultura Urbana en cuatro barrios de la ciudad de Quito (Tesis de pregrado)*. Universidad San Francisco De Quito, Quito, Ecuador.
- Ikuma, H. y Thimann, K. V. (1964). Analysis of germination processes of lettuce seed by means of temperature and anaerobiosis. *Plant Physiol.* Vol. 39 (N°5). Pp. 756-767.10.1104/pp.39.5.756
- INEC. 2013, Encuesta Nacional de Ingresos y gastos. Instituto Nacional de Estadística y Censos (ENIGHUR) 2011-2012. Disponible en: <http://goo.cl/yyvuH>
- INEC. 2017, Inflación mensual. Diciembre 2017. Disponible en: <http://goo.cl/719pL>.
- INEC. s/f, III Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. (2017). Manual de producción de lechuga. Boletín INIA / N° 09. Fidel Oteiza 1956, Piso 11, Providencia, Santiago. Recuperado de: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09%20Manual%20Lechuga.pdf>
- Jackson, L. E. (1995). Root architecture in cultivated and wild lettuce (*Lactuca* spp.). *Plant, Cell and Environ.* Vol. 18 (N° 8). Pp. 885-897. 10.1111/j1365-3040.1995.tb00597.x.
- Kesseli, R., Ochoa, O. y Michelmore, R. (1991). Variation at AFLP loci in *Lactuca* spp. and origin of cultivated lettuce (*L. sativa*). *Genome* Vol. 34 (N° 3). Pp. 430-436. 10.1139/g91-065.

- Lescano, L. (2015). Sistema de riego solar. Gerencia regional de agricultura. Subgerencia de competitividad agraria. Trujillo, Perú. Recuperado de: [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/RIEGO%20POR%20GO%20TEO%20SOLAR%20\(KONDESCOMPRESOR_%202015\).pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/RIEGO%20POR%20GO%20TEO%20SOLAR%20(KONDESCOMPRESOR_%202015).pdf)
- Maldonado, T. (2001). Manual de Riego Parcelario. Santiago de Chile: FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/recnat/pdf/MR_cap3.PDF.
- Maroto, J. 2002, Horticultura herbácea especial. 5ta.Edición, Mundi Prensa, España.
- Medina, F. (2017). Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga. Gran Canaria. Recuperado de: <http://anuariosatlanticos.casadecolon.com/index.php/GRANJA/article/download/9945/9461>
- Moreno Flores O. (2007) “Agricultura Urbana: Nuevas estrategias de Integración Social y Recuperación Ambiental en la Ciudad”. Revista Electrónica DU&P. Chile.
- Mou, B. (2008). Lettuce. En Prohens, J. y Nuez, F. Vegetables I: *Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. Nueva York, EE.UU.: Springer Science + Business Media, LLC.
- Mou, B. y Ryder, E. (2004). Relationship between the nutritional value and the head structure of lettuce. *Acta Hort.* 637361-367.
- Mougeot L. (2006) “Cultivando mejores ciudades. Agricultura urbana para el desarrollo sostenible” Ottawa, Canadá.
- Palma Chambilla, R. (2019). Comparativo del rendimiento de tres cultivares de lechuga (*lactuca sativa* L.) empleando solución nutritiva y biol bajo sistema hidropónico NFT en el fundo “La Banda” Huasacache, Arequipa 2017. Recuperado de: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9830>

- Reinoso, K. (2019). Desarrollo morfofisiológico y productivo de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) con diferentes distancias de plantación en las condiciones del centro de investigación, posgrado y conservación amazónica (cipca), provincia de Napo. (tesis pregrado). Universidad Estatal Amazónica. Puyo. Napo. Ecuador.
- Revista “Agricultura Urbana”. IPES. Lima – Perú. Disponible en: www.ipes.org/index.php?option=com_content&view=article&id=110&Itemid=177
- Romero, C. (2015). Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sometido a tres dosis de sedimento de la Laguna de Yahuarcocha, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. (tesis pregrado). Universidad Técnica De Babahoyo. Ibarra. Imbabura. Ecuador.
- Rubatsky, V. y Yamauchi, M. (1999). World Vegetables. Doi: 10.1007 / 978-1-4615-6015-9
- Ryder, E. (1999). Lettuce, Endive and Chicory. Wallingford, Oxon, Reino Unido: CABI Publishing USDA-ARS (2016). USDA National Nutrient Database for Standard Reference. En línea: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/>.
- Salinas Toapanta, C. D. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio santa fe de la Parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%2020204.pdf>
- Salisedo, S. y Guzmán, L. 2014, Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de política. FAO, Santiago de Chile, E-ISBN 978-92-5-308364-0. Disponible en: <http://goo.cl/zEq9o>.
- Sarandón, Santiago (2011). “La incorporación de la agroecología en las instituciones de educación agrícola: Una necesidad para la sustentabilidad rural”. En La

- Agroecología en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural, Jaime Morales (Coordinador): 168. México D.F.: Siglo XXI Editores.
- Sarandón, Santiago., Flores, Claudia (2009). “Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. Una propuesta metodología”. Agroecología Vol.4: 19.
- Sarandón, Santiago., Zuluaga, María Soledad., Cieza, Ramón., Gómez, Camila., Janjetic, Leonardo., Eliana Negrete (2006). “Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores”. Agroecología Vol.1: 19.
- Secretaría General de la Alcaldía de Bogotá (2010) Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40531>
- Secretaría General de la Comunidad Andina. 2010. El agua en los Andes: un recurso clave para el desarrollo y la integración de la región (en línea). Lima, Perú. Disponible en <http://siar.regionpasco.gob.pe/documentos/agua-andes-un-recurso-clave-desarrollo-integracion-region>.
- Sevilla Santillán, L. E. (2011). Implementación de un modelo de agricultura urbana orientado a la seguridad alimentaria y al reciclaje de basura en la ciudad de Cayambe-Pichincha 2010 (Universidad Politécnica Salesiana). Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1824/21/UPS-YT00094.pdf>
- Simbaña, E. 2015. Estudio del rendimiento de cuatro hortalizas producidas a partir de semillas de producción artesanal vs. Semillas importadas, en las localidades de Tumbaco- Pichincha y José Guango Bajo- Cotopaxi, 2013. s.l., Universidad Central Del Ecuador. 106 p.
- Van Holsteijn, H. M. C. (1980). Growth of lettuce. II. Quantitative analysis of growth. Mededeling Landbouwhogeschool. Vol. 80 (Nº 1). Pp. 1-24. Wageningen, Holanda.
- Vásquez, J. 2015. Evaluación agronómica de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) En tres ciclos de siembra consecutivos, en San Miguel de la Tigra,

San Carlos, Alajuela, C.R. (en línea). s.l., Instituto Tecnológico De Costa Rica. 78 p. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj1xOj54bLtAhUkwFkKHWE0CeQQFjAOegQIGRAC&url=https%3A%2F%2Frepositoriotec.tec.ac.cr%2Fbitstream%2Fhandle%2F2238%2F6469%2Fevaluacion_agronomica_cinco_variedades_lechuga.

Vavilov, N. I. (1992). Origin and geography of cultivated plants. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Vera, M. (2008). Adaptación y comportamiento agronómico de diferentes híbridos de lechuga sembradas mediante sistemas hidropónicos de raíz flotante en la zona de Babahoyo. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Volosky, E. (1974). Hortalizas: cultivo y producción en Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. 353p.

World Health Organization. (2015). Objetivos de Desarrollo del Milenio. Agua, saneamiento y salud (ASS): Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud. Estados Unidos. Recuperado de: https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/

Wurr, D. C. E. y Fellows, J. R. (1991). The influence of solar radiation and temperature on the head weight of crisp lettuce. *J Hortic Sci.* Vol. 66 (Nº 2). Pp. 183-190.10.1080/00221589.1991.11516143.

Zarate, M. (2015). Agricultura urbana, condición para el desarrollo sostenible y la mejora del paisaje. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Departamento de Geografía. *Anales de Geografía*, vol. 35, núm. 2 167-194. Recuperado de: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/50119-Texto%20del%20art%C3%ADculo-88812-2-10-20151105%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/50119-Texto%20del%20art%C3%ADculo-88812-2-10-20151105%20(1).pdf)

Zaruma, S. 2009, Incidencia de la cadena productiva de hortalizas en el desarrollo socio económico del proyecto Cañar-Murcia. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba – ECUADOR. Disponible en: <http://goo.cl/GUKpJ>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis ADEVA.

Consumo de agua – B1.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C. AGUA (ml)	72	0,92	0,88	3,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	120,27	23	5,23	24,25	<0,0001
Dosis	43,44	2	21,72	100,70	<0,0001
Días	74,12	7	10,59	49,10	<0,0001
Dosis*Días	2,71	14	0,19	0,90	0,5664
Error	10,35	48	0,22		
Total	130,62	71			

Consumo de agua – B2.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C. AGUA (ml)	72	0,90	0,85	3,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	98,20	23	4,27	17,92	<0,0001
Dosis	35,25	2	17,62	73,95	<0,0001
Días	61,07	7	8,72	36,61	<0,0001
Dosis*Días	1,88	14	0,13	0,56	0,8798
Error	11,44	48	0,24		
Total	109,64	71			

Consumo de agua – B3.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C. AGUA (ml)	72	0,86	0,80	3,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	83,65	23	3,64	13,24	<0,0001
Dosis	20,43	2	10,22	37,19	<0,0001
Días	61,52	7	8,79	31,99	<0,0001
Dosis*Días	1,70	14	0,12	0,44	0,9512
Error	13,19	48	0,27		
Total	96,84	71			

Volumen de la Raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
V. RAÍZ (cc)	27	0,16	0,00	31,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41,19	8	5,15	0,43	0,8867
Botella	32,30	2	16,15	1,35	0,2833
Dosis	1,41	2	0,70	0,06	0,9429
Botella*Dosis	7,48	4	1,87	0,16	0,9574
Error	214,67	18	11,93		
Total	255,85	26			

Longitud de la Raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L. RAÍZ (cm.)	27	0,17	0,00	25,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	66,15	8	8,27	0,47	0,8630
Botella	9,64	2	4,82	0,27	0,7645
Dosis	38,37	2	19,18	1,08	0,3590
Botella*Dosis	18,14	4	4,54	0,26	0,9019
Error	318,25	18	17,68		
Total	384,39	26			

Numero de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# HOJAS	27	0,12	0,00	15,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,63	8	2,20	0,31	0,9509
Botella	4,74	2	2,37	0,34	0,7184
Dosis	0,52	2	0,26	0,04	0,9639
Botella*Dosis	12,37	4	3,09	0,44	0,7785
Error	126,67	18	7,04		
Total	144,30	26			

Longitud de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L. HOJAS (cm)	27	0,13	0,00	13,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,19	8	0,27	0,35	0,9332
Botella	0,30	2	0,15	0,19	0,8275
Dosis	0,36	2	0,18	0,23	0,7981
Botella*Dosis	1,53	4	0,38	0,49	0,7422
Error	14,04	18	0,78		
Total	16,23	26			

Ancho de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A. HOJA (cm)	27	0,23	0,00	14,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,84	8	0,73	0,66	0,7192
Botella	0,39	2	0,20	0,18	0,8382
Dosis	1,74	2	0,87	0,79	0,4697
Botella*Dosis	3,70	4	0,92	0,84	0,5197
Error	19,90	18	1,11		
Total	25,74	26			

Peso de la pella

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO PLANTA (g)	27	0,14	0,00	21,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	137,19	8	17,15	0,38	0,9168
Botella	52,07	2	26,04	0,58	0,5705
Dosis	19,19	2	9,59	0,21	0,8099
Botella*Dosis	65,93	4	16,48	0,37	0,8292
Error	809,33	18	44,96		
Total	946,52	26			