



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

**CARRERA DE AGRONOMÍA, RECURSOS NATURALES
RENOVABLES Y AMBIENTALISMO**

TEMA

Comportamiento de tres dosis de Hidratantes en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en Huerto Organopónico en el Cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas.

AUTOR

Pincay Rodríguez Genaro Víctor

Trabajo de Titulación Previo a la obtención del grado de
INGENIERO AGRÓNOMO

TUTOR

Ing. Triana Tomalá Ángel Antonio M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

13 de Septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGRONOMÍA, RECURSOS NATURALES
RENOVABLES Y AMBIENTALISMO**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Genaro Víctor Pincay Rodríguez, como requerimiento parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agrónomo.

TUTOR

Ing. Triana Tomalá Angel Antonio M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Dr. Franco Rodríguez John Eloy Ph. D.

Guayaquil, a los 13 días de septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGRONOMÍA, RECURSOS NATURALES
RENOVABLES Y AMBIENTALISMO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Genaro Víctor Pincay Rodríguez**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación Comportamiento de tres dosis de Hidratantes en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en Huerto Organopónico en el Cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 13 días de septiembre del 2016

EL AUTOR

Pincay Rodríguez Genaro Víctor



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGRONOMÍA, RECURSOS NATURALES
Y AMBIENTALISMO**

AUTORIZACIÓN

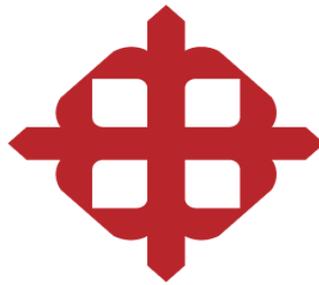
Yo, Genaro Víctor Pincay Rodríguez

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: Comportamiento de tres dosis de Hidratantes en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en Huerto Organopónico en el Cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 13 días de septiembre del 2016

EL AUTOR

Pincay Rodríguez Genaro Víctor



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CARRERA DE AGRONOMÍA RECURSOS NATURALES
RENOVABLES Y AMBIENTALISMO

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Comportamiento de tres dosis Hidratantes en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en Huerto Organopónico en el Cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas**”, presentada por el estudiante **Genaro Víctor Pincay Rodríguez**, de la carrera de Carrera de Agronomía, Recursos Naturales Renovables y Ambientalismo, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, Considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	UTE-GENARO PINCAY.docx (D21272974)
Presentado	2016-08-01 16:23 (-05:00)
Presentado por	genaro919@hotmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.urkund.com
Mensaje	[TITULACION2016A] Mostrar el mensaje completo
	0% de esta aprox. 10 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Alfonso Kuffó García, 2016

Certifican,

Dr. John Eloy Franco Rodríguez Ph. D.

Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.

Revisor - URKUND

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios y a mis padres, María Elena Rodríguez y Manuel Pincay, por lo duro que han trabajado para darme siempre lo mejor, por su apoyo. A todos mis familiares, que me han puesto en sus oraciones siempre, por darme esas palabras de aliento y apoyo. A mis amigos y amigas que de una u otra forma han sido parte de esta de preparación profesional. Gracias a Michelle Rodríguez, por su apoyo incondicional y a mis tíos Janeth, Carlos, Enrique los que siempre están pendiente en que termine esta hermosa profesión. A los docentes que conforman las Carreras Agropecuarias y a mi tutor Ing. Ángel Triana Tomalá. Msc por compartir sus conocimientos.

GENARO VÍCTOR PINCAY RODRÍGUEZ

DEDICATORIA

A Dios por a verme dado la vida la voluntad y la oportunidad de estudiar. A mis padres por estar siempre a mi lado cuando más lo necesito, en los buenos y malos momentos que ha transcurrido en mi vida, por mostrarme en cada momento su apoyo incondicional y el interés para que estudie y me desarrolle completamente en todos los aspectos de mi vida, ya que son para mí la base fundamental de mi vida, pues ellos me han sabido guiar, levantarme y sostenerme sin el camino importar y poniéndome antes de sus compromisos personales gracias por mostrarme que todo lo que me proponga lo puedo lograr que con un poco de esfuerzo y sacrificio nada es imposible sin importar el tiempo ni el espacio. A mis tíos que están fuera del país ya que ellos están pendiente de mi futuro y que siempre han formado una parte muy importante dentro de mi vida, pues siempre me han acompañado sin importar el contexto y a su vez me han intentado apoyar brindándome su amistad y comprensión, que me han dado de ejemplo de que todo es posible sin importar las condiciones. A mi abuelita por los consejos que me da para que nunca tropiece en mi camino. Y finalmente este trabajo y esfuerzo se lo dedico a mi hermana Nohelia que tome como ejemplo y se esmere a cumplir todas sus metas propuestas teniendo en mente siempre a Dios ya que con esfuerzo, dedicación y sacrificio nada es imposible.

GENARO VÍCTOR PINCAY RODRÍGUEZ



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGRONOMÍA, RECURSOS NATURALES
RENOVABLES Y AMBIENTALISMO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Ángel Antonio Triana Tomalá M.Sc.
TUTOR

Dr. John Eloy Franco Rodríguez Ph. D.
DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Manuel Enrique Donoso Bruque M.Sc.
COORDINADOR DEL ÁREA

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello M.Sc.
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGRONOMÍA, RECURSOS NATURALES
RENOVABLES Y AMBIENTALISMO**

CALIFICACIÓN

ING. ANGEL ANTONIO TRIANA TOMALÁ M.Sc.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	17
1.2. Objetivos	19
1.2.1. General.	19
1.2.2. Específicos.....	19
1.3. Hipótesis.....	20
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Situación de la horticultura en el mundo	21
2.1.1. Situación Europea	22
2.1.2. Situación Americana.....	22
2.1.3. Situación Ecuatoriana.....	22
2.2. Sistemas de producción de horticultura.....	23
2.3. Horticultura orgánica.....	24
2.4. Generalidades de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>).....	24
2.4.1. Clasificación taxonómica.	25
2.4.2. Descripción botánica.....	26
2.4.3. Descripción morfológica.....	27
2.4.4. Condiciones de desarrollo.	28
2.4.5. Densidad de siembra.....	29
2.4.6. Fertilización.....	29
2.4.7. Riego	30
2.4.8. Cosecha y Poscosecha	30
2.4.9. Valor nutricional	31
2.4.10. Plagas y enfermedades.	32
2.5. Generalidades de hidrogel.....	34
2.5.1. Definición de hidrogel.	34

2.5.2. Características físicas y químicas de retenedores de Agua.	35
2.5.3. Capacidad de Retención de agua.....	37
2.5.4. Ventajas que ofrecen los retenedores de Agua.	38
2.5.5. Aplicación de los retenedores de Agua.....	39
2.5.6. Aplicación de retenedores de agua.....	40
3. MARCO OPERACIONAL	41
3.1. Ubicación del ensayo	41
3.2. Características Agrometereológicas	41
3.3. Materiales	42
3.4. Tratamientos estudiados	43
3.5. Combinación de tratamiento	43
3.6. Diseño experimental	43
3.7. Análisis de la Varianza	44
3.8. Análisis funcional	44
3.9. Manejo del experimento	44
3.9.1. Producción de plántulas.....	44
3.9.2. Construcción de camas.	45
3.9.3. Aplicación de hidratante.....	45
3.9.4. Trasplante.....	45
3.9.5. Control de malezas	45
3.9.6. Control fitosanitario	45
3.9.7. Fertilización.....	46
3.9.8. Cosecha.....	46
3.10. Variables evaluadas.....	46
3.10.1. Número de hojas por planta.....	46
3.10.2. Longitud de Hoja (cm).....	46
3.10.3. Peso por sitio (g).....	46

3.10.4. Ancho de hoja (cm).....	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Número de hoja.....	48
4.2. Ancho de Hoja (cm)	50
4.3. Longitud de hoja (cm).....	52
4.4. Peso de lechuga (g).....	53
5. CONCLUSIONES.....	56
6. RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	26
Tabla 2. Valor nutricional de Lechuga en 100 g	31
Tabla 3. Descripción de plagas, manejo y control.....	32
Tabla 4. Enfermedades presentes en lechuga, manejo y control.....	33
Tabla 5. Combinaciones de los tratamientos.	43
Tabla 6. Promedios de número de hojas a los 60 días.	48
Tabla 7. Análisis de la varianza de número de hojas a los 60 días.....	49
Tabla 8.Promedios de ancho de hojas a los 60 días.....	50
Tabla 9.Análisis de la varianza de ancho de hojas a los 60 días.	51
Tabla 10.Promedios de largo de hojas a los 60 días.	52
Tabla 11.Análisis de la varianza, largo de hoja a los 60 días.....	53
Tabla 12. Promedio de Peso de lechuga al momento de cosecha	54
Tabla 13. Análisis de la varianza, peso de lechuga al momento de cosecha	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Agricultura Urbana.....	24
Gráfico 2. Proceso de crecimiento de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) en huerto.	25
Gráfico 3. Descripción botánica de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	27
Gráfico 4. Estructura química de polímeros.	36
Gráfico 5. Absorción de micronutrientes por hidrogeles.....	38
Gráfico 6. Localización satelital del ensayo.	41
Gráfico 7. Actividad del Hidratante, número de hojas.	49
Gráfico 8. Actividad del Hidratante, ancho de hojas.....	51
Gráfico 9. Actividad del Hidratante, largo de hojas.	52
Gráfico 10. Actividad de hidratante, peso de lechuga	54

RESUMEN

La presente investigación se realizó durante los meses de Junio hasta Agosto del 2016 en el cantón Marcelino Maridueña provincia del Guayas, El presente trabajo tuvo como objetivo el comportamiento de tres dosis de hidratante en huerto organopónico, utilizando el cultivo de lechuga variedad Waltz variando las dosis del hidratante en lo cual se analizó su peso, número de hojas, longitud de hoja y ancho de hojas después de la cosecha, donde se utilizó un DCA (Diseño Completamente al Azar), para el manejo del ensayo se aplicó concentraciones de gel hidratante (Cosecha lluvia) distintas 2 g/plta, 4 g/plta y 6 g/plta.

Como resultado no se obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) en las variables evaluadas de peso, ancho de hojas, longitud de hojas, número de hojas, pero llegamos a determinar que con el producto Cosecha lluvia no hubo mortalidad durante el ensayo.

El mejor tratamiento fue el 2 con dosis de 2 g/plta de gel hidratante que presentaron un buen número de follaje, peso, longitud y ancho de hoja, seguido del tratamiento 3 con 4 g/plta de dosis hidratante que presentaron con las mismas características.

Palabras claves: gel hidratante, lechuga, dosis, Waltz

ABSTRACT

This study took place at Marcelino Maridueña City province of Guayas during the months of June to August of 2016, This investigation was based on the behavior of tree doses of moisturizer at organic garden in growing lettuce variety Waltz, varying doses of moisturizer and analyze their weight, number of leaves, leaf length and high of leaves., using a completely random design; for the management of this study it was applied moisturize gel (Cosecha Lluvia) with different concentration: 2 g/plant, 4 g/plant and 6 g/plant.

The result was not meaningful ($p < 0.05$) for the variables of their weight, number of leaves, leaf length and high of leaves. We can also determinate that this product (Cosecha Lluvia) didn't present incidence of mortality during the test.

The best treatment was number 2 using 2 g/plant of moisturize gel that present good value of weight, leaf length, number of leaves and high of leave, then the treatment 3 with 4g/plant, that presents the same characteristics.

Keywords: moisturizing gel, lettuce, doses, Waltz.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población en los países ha sido desproporcionado frente a las disponibilidades de alimentos. El Ecuador no está exento de este problema y es por eso que los efectos de una oferta está cada vez más reducida, se debe iniciar el desarrollo de la agricultura urbana como alternativa, para el suministro de la alimentación local, con efectos muy positivos sobre las ciudades desde el punto de vista social, económico, ambiental con utilización de mecanismos amigables con el medio.

Desde mucho tiempo atrás se han realizado experimentos que demuestran que el uso extensivo de polímeros hidroabsorbentes mejora la capacidad de retención de agua en el suelo, ayudando al crecimiento de las plantas, al mezclar el polímero con el suelo se consigue aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, también se consigue disminuir la evaporación de la misma (Guerrero Estrada, Lemus Torres, Mendoza Anaya y Rodríguez Luno, 2010, pág. 77).

Según datos de la FAO estima que hasta un 15 % de la alimentación mundial es producida por medio de la agricultura urbana y el 70 % de los hogares urbanos de los países en vías de desarrollo participan en actividades agrícolas y la practican alrededor de 800 millones de personas (FAO, 2014)¹.

¹FAO: Food and Agriculture Organization.

En el país se fomentan la implementación de huertos caseros, escolares y comunales con el fin de ofrecer una respuesta rápida y efectiva a la demanda de hortalizas principalmente, incentivar a la actividad agrícola y comercial y una mejor alimentación a nivel local.

El problema que limita a la implementación de huertos urbanos es la instalación del sistema de riego, ya sea por su alto costo, ubicación geográfica y el acceso restringido de agua hacia la zona donde se quiere establecer el huerto; este líquido vital es importante para el desarrollo de las plantas en su proceso fisiológico y el cual debe ser optimizado.

Con este fin de optimizar agua se han desarrollado diversas tecnologías, como los hidrogeles, polímeros que poseen la capacidad de retener grandes cantidades de agua que proporcionan una hidro regulación de la plántula (Estrada, 2013), este mecanismo de reserva ha sustituido los últimos años al sistema de riego no solo en huertos pequeños, también en fincas relativamente grandes.

La aplicación de hidrogeles tienen como característica fundamental de incrementar la porosidad y la reserva de nutrientes, estos polímeros han sustituido el sistema de riego, la cual en su aplicación en el transcurso del crecimiento de la planta comienza a proporcionarse paulatinamente y comienza a penetrarse a la raíz de la misma.

Según Guerrero Estrada, Lemus Torres, Mendoza Anaya y Rodríguez Luno (2010, pág. 77), los hidrogeles mejoran la producción agrícola, es por esto que el uso

de este tipo de polímeros permite la recuperación de zonas poca fértil y de cultivos abandonados.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar el comportamiento del cultivo de lechuga, en huertos organopónicos aplicando retenedores de agua como sustituto de sistemas de riego convencional.

1.2.2. Específicos.

1. Establecer la combinación de dosis hidratante para la producción de hortalizas en huertos organopónicos.
2. Evaluar el crecimiento inicial de las plantas en los diferentes tipos de tratamientos.
3. Establecer la sobrevivencia de las plantas en los diferentes tipos de tratamientos.

1.3. Hipótesis

Logrando la combinación de dosis hidratante en huertos organopónicos se reducirá el 50 % del consumo agua en producción de lechuga, logrando que la colectividad se interese en el autodesarrollo a partir de una actividad agrícola sostenible.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Situación de la horticultura en el mundo

A nivel mundial hay países con un buen sistema de producción hortícola; no solo de rendimientos, si no de calidad del producto y presentación del mismo. Entre estos países podemos citar Israel, Holanda, España, Estados Unidos (Tonelli, 2014).

En los últimos 10 años la evolución de la horticultura ha ocasionado que se registre una reducción de la superficie cultivada, mientras que la producción física ha aumentado. Este incremento de la productividad física global se basa en la incorporación de innovaciones tecnológicas, fundamentalmente aplicadas al proceso de producción (Tonelli, 2014).

Según informes FAO (2014), esta actividad puede generar un empleo por cada 100 m² de huerto con la producción, suministro de insumos, comercialización y el valor añadido del productor al consumidor.

Así mismo esta organización manifiesta lo siguiente sobre la producción estimada de horticultura:

“Los huertos pueden ser hasta 15 veces más productivos que las fincas rurales. Un espacio de apenas un metro cuadrado puede proporcionar 20 kg de comida al año. Los horticultores urbanos gastan menos en transporte, envasado y almacenamiento, y pueden vender directamente en puestos de comida en la calle y en el mercado. Así obtienen más ingresos en vez de que vayan a parar a los intermediarios.” (FAO, 2014).

2.1.1. Situación Europea.

Mundialmente Europa es el principal mercado mundial para frutas y hortalizas frescas y su posición de liderazgo es por tres razones: El número de consumidores, cuatrocientos millones, incluyendo los países de la Unión Europea y los de las áreas de libre comercio; El elevado consume per cápita, mucho más importante que otros continentes; El precio de algunos productos, más elevado que en otros países del planeta (Scalisse, 2001).

2.1.2. Situación Americana.

Estados Unidos tiene una educación más cercana a la horticultura Europea tanto olerícola como ornamental con producciones muy elevadas de papa, tomates, cebollas, maíz dulce entre otros; tiene un nivel tecnológico más elevado del mundo y probablemente el más expandido que se aproxima a lo que se denomina horticultura extensiva o bien horticultura industrial, por el uso alto de mecanización (Maroto, 2008).

2.1.3. Situación Ecuatoriana.

La horticultura en el Ecuador ha alcanzado un importante aumento, debido al cambio de los hábitos alimenticios de la población hacia un mayor consumo de hortalizas, de acuerdo a un informe de OFIAGRO, en el 2012, se registró una producción de 455.433 TM a nivel nacional. El cultivo y la producción de las hortalizas son generadas por pequeños productores y agricultura familiar. La siembra de hortalizas es una elección para los pequeños agricultores por su gran diversidad de productos (Agro, 2015).

2.2. Sistemas de producción de horticultura

Según UNSE (2003), establece los siguientes sistemas de explotación:

Familiares: es la actividad más antigua en explotación hortícola. Satisface parte de las necesidades familiares, y en su conjunto llegan a cubrir el abastecimiento de la población rural. Este sistema de producción se desarrolla en pequeñas superficies con una producción limitada, generalmente se trabaja con un bajo nivel de experiencia y no ocupa mano de obra asalariada.

Diversificados: se caracteriza por poseer pequeñas dimensiones reducidas, gran diversidad de cultivos con un uso intensivo del suelo, abono y pesticidas, tecnología rudimentaria, utilizando mano de obra asalariada y especializada.

Especializados: se practica a gran escala en regiones que responden a las exigencias ecológicas de la especie. El número de especies es reducido (1 o 3), hay un grado importante de mecanización, tecnificación donde tiende a aumentar el rendimiento/ha. Ocupa mano de obra asalariada en un promedio de 1 persona/ha.

Gráfico 1. Agricultura Urbana



Fuente: Agricultura urbana. FAO, 2010.

2.3. Horticultura orgánica

La horticultura orgánica se establece como la ciencia y el arte de cultivar frutas, verduras, flores y plantas ornamentales empleando los principios básicos de la agricultura orgánica para mejorar y preservar los suelos, disminución y mejor manejo de plagas y conservar variedades y cultivos ancestrales. Para ello se usan diversos sustratos como el, compost, abono de estiércol y suplementos mineralizados para regenerar o armonizar el suelo (Salazar, 2002).

La producción orgánica de hortalizas de frutos es uno de los rubros con alta perspectiva de mercado, pero el desarrollo de la actividad está sujeto al trabajo conjunto entre certificadoras, productores en transición, comercializadoras e investigaciones que suman aportes tecnológicos (Salazar, 2002)

2.4. Generalidades de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

La lechuga es una de las hortalizas de hojas más importante y de forma progresiva su popularidad y uso ha aumentado, por tratarse de un producto de

consumo natural de sabor agradable y con contenido calórico bajo (Vallejo y Estrada, 2004, pág. 315).

Según Vallejo y Estrada (2004), mencionan que el producto comercial de lechuga son las hojas inmaduras o maduras que se consumen en forma de ensalada ya sean enteras (variedades tipo mantequillas de hojas lisas) o picadas (variedades que forman cabeza tipo grandes lagos).

Gráfico 2. Proceso de crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en huerto organopónico.



Fuente: El autor

2.4.1. Clasificación taxonómica.

Mallar (1978) y Salinas (2014), indica que la clasificación de la lechuga es la siguiente:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

<i>Reino</i>	<i>Vegetal</i>
<i>División</i>	Spermatophyta
<i>Clase</i>	Dicotiledónea
<i>-Orden</i>	Sinandrales
<i>Familia</i>	Compositaceae
<i>Genero</i>	<i>Lactucae</i>
<i>Especie</i>	<i>Sativa</i>
<i>Nombre Científico</i>	<i>Lactuva sativa</i> L.
<i>Nombre vulgar</i>	Lechuga

Fuente: Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), Salinas Toapanta (2013).

Elaborado por: El Autor

2.4.2. Descripción botánica.

La lechuga fue una de las primeras hortalizas cultivada por el hombre y originaria de la costa sur del mediterráneo (Vallejo y Estrada, 2004). La lechuga es una planta herbácea, anual y bianual, se reporta que las raíces principales de absorción se localizan a una profundidad aproximada entre 5 a 30 cm, la raíz principal puede llegar a medir 1.80 m por esta razón se explica su resistencia a la sequía; puede llegar a tener hasta 80 cm de altura (Malca, 2001).

Las hojas de la lechuga son lisas, sin pecíolos, ovales, gruesas, enteras; el extremo puede ser redondo rizado. Su color va del verde amarillo hasta el morado claro, dependiendo de la variedad. El tallo es pequeño y no se ramifica; sin embargo cuando existen temperaturas mayores a 26 °C el tallo se alarga hasta 1.20 m de

longitud, ramificándose el extremo y presentando cada punta de las ramillas terminales una inflorescencia (Malca, 2001).

Gráfico 3. Descripción botánica de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)



Fuente: Lechuga Silvestre (Silvestre, s.f.)

2.4.3. Descripción morfológica.

2.4.3.1. Raíz.

La raíz es pivotante, corta, puede llegar a medir hasta 30 cm de profundidad, con ramificaciones cortas, crece muy rápido, con abundante látex, numerosa raíces laterales de absorción (Valadez, 1997, pág. 19).

2.4.3.2. Tallo.

El tallo es pequeña, cilíndrico y no se ramifica cuando la planta ya está en el estado apropiado de cosecha (Valadez, 1997, pág. 19).

2.4.3.3. Hojas.

Por su forma son lanceoladas, oblongas y redondas, los bordes son lisos, lobulado, ondulado, aserrado o dentado, lo cual depende de la variedad. Su color depende de la variedad (Valadez, 1997, pág. 19).

2.4.3.4. Flores.

Las flores están agrupadas en diferentes capítulos de racimos o corimbos compuestos de 10 a 25 floretes, con receptáculos lisos. El florete tiene pétalos periféricos ligulados, amarillos o blancos (Conectarural, 2016).

2.4.3.5. Semilla.

El fruto es un aquenio típico y su semilla es ex albuminosa, picuda y plana, que botánicamente se la clasifica como un fruto, su forma es aovada, achatada con tres a cinco costillas en cada cara de color blanco, amarillo, marrón o negro, mide de 2 a 5 mm (Vallejo y Estrada, 2004).

2.4.4. Condiciones de desarrollo.

Los siguientes factores influyen en el desarrollo del crecimiento del cultivo de lechuga:

2.4.4.1. Suelo.

Los mejores suelos tipos de suelo para el crecimiento de este cultivo son los margosos y de barros margosos, ricos en materia orgánica. Buena capacidad de retención con drenaje es también importante. La mayor barrera de crecimiento del

suelo es pH, con un rango óptimo para el cultivo de lechuga entre 6 y 7. Se debe añadir Lima si el pH es menor de 6.0 (Lardizábal, 2005).

2.4.4.2. *Clima.*

La lechuga tiene una gran adaptabilidad a distintos climas, puede vivir a temperaturas de 0 °C; pero cuando ésta baja de los 6 °C, suele sentir sus efectos, pueden ocasionar lesiones foliares. Por debajo de los 5 °C. La lechuga no emite raíces nuevas, pero sí a partir de los 10 °C. La temperatura media óptima para la lechuga oscila entre los 15 a los 20 °C (Quintero, 1977).

2.4.4.3. *Agua.*

Ya se ha dicho que es muy sensible a los excesos de humedad. Su poco desarrollado sistema radicular hace que soporte también mal la sequía, disminuyendo el tamaño de la lechuga (Quintero, 1977).

2.4.5. *Densidad de siembra.*

Según Salinas (2014, pág. 11), dice que la siembra indirecta o de trasplante se lo utiliza más para comercializarlo luego si se realiza a campo abierto se hace una distribución de planta entre planta con una dimensión de 20 cm por 30 cm.

2.4.6. *Fertilización*

Para fertilizar al suelo se debe integrar al Nitrógeno (N) en dosis de 120 kilogramos/hectárea, Fósforo (P) en dosis de 50 kilogramos/hectárea, Potasio (K) en dosis de 150 kilogramos/hectárea. El Nitrógeno se fragmenta al 50 % de la

dosis junto con el Fósforo y el Potasio y los otros 50 % de la dosis 30 días después del trasplante (Salinas, 2014, pág. 11).

Mientras el uso de la materia orgánica es de 20 toneladas métricas/ hectárea, antes del trasplante.

2.4.7. Riego.

El Cultivo de lechuga demanda una lámina de riego de 50 cm, más 10 cm de lavado de sales. El agua puede ser repartida en 6 mm diarios durante los meses cálidos. Por gravedad da prioridad por zangas y multicompuertas, el cultivo solicita de seis a siete riegos, aunque por la eficacia del riego por canteros, la lámina de agua se ve aumentada un 80 cm/ha, y por presurización da la posibilidad de regar diariamente. Aunque son volúmenes de agua muy pequeños se recomienda suministrar agua en un intervalo de dos a tres días para prevenir daños a la planta (INIFAP, 2011, pág. 14)².

2.4.8. Cosecha y Poscosecha

En el proceso de cosecha se lo hace de forma manual, cortando el tronco a la altura de la hoja externa, debe eliminarse las hojas exteriores que tengan danos o desecaciones, cuando hayan transcurrido 70 u 80 días o cuando se determine por medio de sus características de madurez que presente la planta (Granda y Lopez, 2009, pág. 57).

²INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

En la etapa de pos cosecha se comienza por lavado y secado, sumergiendo cada lechuga en un tanque de agua natural con niveles permisibles para los alimentos, tratando de eliminar en lo más posible los residuos de tierra. El secado se hace mediante escurrido natural o centrifugado, luego se procede a empacar en cajas de cartón o plástico de polietileno (Granda y Lopez, 2009, pág. 57).

2.4.9. Valor nutricional

La siguiente tabla describe el valor nutricional de lechuga en 100 gramos de hoja fresca.

Tabla 2. Valor nutricional de Lechuga en 100 g

Composición	Lechuga Cos y de hoja	Lechuga crespa
Agua (%)	94.00	95.00
Calorías (%)	10.00	16.00
Proteínas (g)	1.30	3.90
Grasas (g)	0.30	0.10
Carbohidratos (g)	3.50	2.90
Calcio (mg)	68.00	20.00
Fósforo (mg)	25.00	22.00
Hierro (mg)	1.40	0.50
Vitamina A (V.I.)	1.900.00	300.00
Tiamina (mg)	0.50	0.60
Riboflavina (mg)	0.08	0.06
Niacina (mg)	0.40	0.30
Vitamina C (mg)	18.00	6.00

Fuente: Vallejo y Estrada (2004).

Elaborado por: El Autor

2.4.10. Plagas y enfermedades.

En la tabla se presentan las plagas que suelen presentarse en el cultivo de lechuga, hay que precisar que no son muchos los problemas que limitan significativamente el rendimiento y en cierta forma la calidad del cultivo como las enfermedades con un manejo integrado de las mismas y con adecuadas prácticas culturales y agronómicas (Vallejo y Estrada, 2004).

Tabla 3. Descripción de plagas, manejo y control.

Problema	Agente causal	Manejo y control
Trozadores y tierreros	<i>Spodoptera exigua</i> <i>Agrotis ipsilon</i> <i>Feltia sp.</i>	Adecuación y preparación de camas. Solarización, uso de ceniza, cal agrícola Uso de cebos tóxicos como <i>Bacillus thuringiensis</i> .
Comedores de raíces (chizas)	<i>Ancognan sp</i> <i>Claripalpus ursinus</i>	Adecuación y preparación del suelo. Rotación de campos Incorporación de insecticidas biológico. Espolvoreo de las camas con el insecticida clorpirifos.
Minadores de follaje	<i>Lyriomiza huidobrensis</i>	Control cultural de poda de hojas en los focos. Recoger residuos de cosecha de ciclos anteriores. Aspersiones con insecticida Acermectina
Chupadores de follaje Afidos	<i>Myruspersicae</i>	Riego por aspersión. Aspersión de aceites vegetales y minerales Extracción e hidrolatos de tabaco y nim. En casos de alta infestación y en épocas tempranas asperjar insecticidas como: Diclorvos, Deltametrina, Pirimicarb.
Moluscos (babosas)	<i>Derocera ssp.</i>	Limpieza total de las camas y bordes del cultivo. Aplicación de cebos a base de Metaldehidos en horas de la tarde.

Fuente: Vallejo y Estrada (2004 p. 341)

Elaborado por: El Autor

Tabla 4. Enfermedades presentes en lechuga, manejo y control.

Problema	Agente causal	Manejo y control
Antracnosis	<i>Marssonina panattoniana</i>	Desinfección del suelo y de semilla. Tratar con materias activas como Folpet, Mancozeb, Sulfato de cobre.
Botritis	<i>Botrytis cinérea</i>	Esta enfermedad se puede controlar a partir de medidas preventivas basadas en la disminución de la profundidas y densidad de plantación. Reducir los excesos de humedad.
Mildiu Velloso	<i>Bremia lactucae</i>	Se recomienda las siguientes materias activas: Captan 85 %. Benalaxil 85 % + Mancozeb 65 %.
Esclerotinia	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Se usan materias activas como Folpet, procimidina, Vinclozolina y entre otras con diversos porcentajes y en diferentes presentaciones de acuerdo al mercado.

Fuente: Amag, 2010.

Elaborado por: El Autor

2.5. Generalidades de hidrogel

2.5.1. Definición de hidrogel.

Los materiales llamados hidrogeles son polímeros hidroabsorbentes que tienen capacidad de retener y ceder grandes cantidades de agua y algunas disoluciones acuosas sin disolverse; este procedimiento ocurre en diferentes velocidades de acuerdo al nivel de polimerización del monómero que están compuestos (Estrada, 2013, pág. 3).

Es un polímero súper absorbente de gran calidad que debido a su estructura reticulada tridimensional y a la capacidad de hidratación de sus grupos carboxílicos, incrementa la capacidad del suelo para mantener la humedad y proporcionarla fácilmente a las plantas cuando éstas la necesitan (Erazo, 2011, pág. 10).

Estrada (2012), menciona que los polímeros pueden absorber tanto como 100 veces más su peso, pero según las aplicaciones en campo la hidratación no excede más de 400 o 500 veces su peso, debido a su nivel de salinidad en la mayoría de las fuentes de agua, y al aumento de concentración de iones en el agua, la cantidad de hidratación del polímero disminuye, inclusive se determina que el tamaño de las partículas entre los diferentes tipos de polímeros son de 5 micras a 2 milímetros (mm).

La aplicación de un polímero hidrófilo es una herramienta que facilita a mejorar la capacidad de absorción de agua, permitiendo la eficiencia en el uso del agua; cuyo efecto depende de la calidad del agua, viéndose reducida significativamente la

capacidad de hidratación del polímero con la presencia de sales en el agua de riego (López, Garza, Jiménez, y Huez, 2016).

2.5.2. Características físicas y químicas de retenedores de Agua.

Según Echeverría y Mijangos (2008), su estructura de los hidrogeles o microgeles son macromoléculas intramolecularmente entrecruzadas de tamaño coloidal, funcionalmente tienen la habilidad de hincharse y deshincharse frente a un disolvente adecuado como respuesta ciertos factores externos tales como:

- Temperatura
- pH
- Fuerzas iónicas
- Campos eléctricos

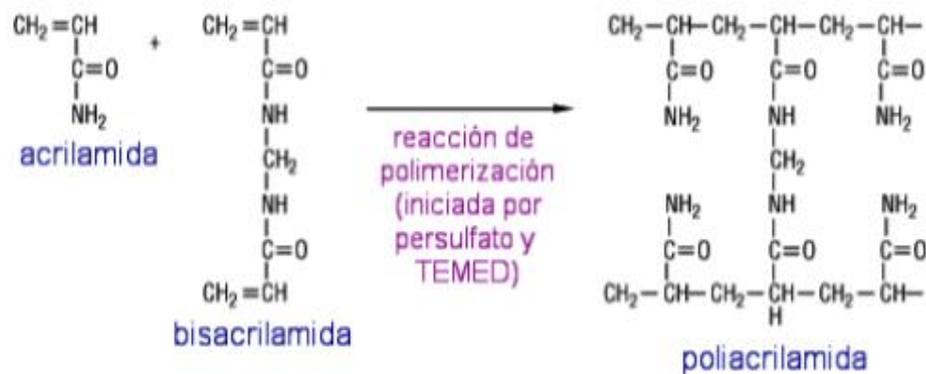
En el estudio realizado por López (2014), menciona las siguientes características particulares de los hidrogeles:

- Su carácter hidrófilo es debido a la presencia en su estructura molecular de grupos funcionales como (OH; grupo hidroxilo-alcohol, COOH, grupo ácido carboxílico, entre otros).
- La existencia de una malla o red tridimensional en la estructura polímera origina una insolubilidad en agua, este entrecruzamiento puede ser debido a la existencia de fuerzas cohesivas débiles y a enlaces covalentes o iónicos.
- El monómero hidrófilo de partida y su baja densidad de entre cruzamiento determina un tacto suave y consistencia elástica del hidrogel.

- El estado de equilibrio de hidrogel hinchado es como resultado del balance entre fuerzas osmóticas originadas por el agua al introducirse en la red macromolecular.

El Hidrogel está formado por una red de enlaces de polímeros constituyente (Ver Gráfico 4).

Gráfico 4. Estructura química de polímeros.



Fuente: Terminología relacionada con la electroforesis. Universidad de Alcalá.

Los cristales del hidrogel regenera la retención y las reservas de agua, la infiltración, aireación, reduce la compactación y mejora la calidad del sustrato (Gómez, 2014).

Cuando los hidrogeles se modifican con nanotubos de carbono presentan mayor capacidad de absorción de agua y pierden el líquido vital de acuerdo a una función cuadrática del tiempo de secado, comparado con los hidrogeles que no se

les añadió nanotubos de carbono este obtuvo un peso de hasta 300 % de su peso seco (Estrada, 2013).

2.5.3. Capacidad de Retención de agua.

Según Idrobo et. al (2010), conceptualiza a los retenedores de agua, su capacidad y administración de agua al suelo como lo siguiente:

“La capacidad del hidrogel de absorber agua y proporcionarla lentamente a las raíces de las plantas mejora algunas características del suelo, tales como retención y disponibilidad del agua, aireación y disminución de compactación. Es utilizado en diversos sectores, como la agricultura y la arquitectura paisajista, logrando reducir el consumo de agua hasta en un 50 % (Idrobo, Rodríguez, y Díaz, 2010).

Se dice que en un kilo de hidrogel se puede contener entre 330 y 440 litros de agua. El hidrogel cuando entabla contacto con el agua empieza el proceso de absorción del vital líquido hasta 200 litros de agua por kilo, de esto depende la pureza del hidrogel. Los polímeros de hidrogel tienen la capacidad de aspirar el equivalente a 100 % de su peso de agua (Gómez, 2014).

Gráfico 5. Absorción de micronutrientes por hidrogeles.



Fuente: Aplicación de hidrogeles como retenedor de agua en agroforestería (2014).

2.5.4. Ventajas que ofrecen los retenedores de Agua.

Trujillo (2009), menciona las siguientes ventajas de los retenedores de agua en plantaciones:

- Permite un mejor crecimiento de plantaciones en regiones de escasas lluvias.
- Termite el cultivo de la tierra bajo condiciones extremas de clima y suelo.
- Los ciclos de irrigación y cantidades de agua utilizadas en riego son reducidas, debido a esto se incrementa las reservas de agua de los suelos por muchos años, un promedio de cinco años.

- Aumenta la ventilación de aquellos suelos compactos, ya que al hidratarse mejora la circulación del aire.
- El fertilizante está más tiempo disponible para la planta gracias al efecto paulatino de liberación de los hidrogeles.

Sus propiedades de retención de agua ayudan al almacenamiento de aguas riego, que normalmente se perderían por efecto de la evaporación.

2.5.5. Aplicación de los retenedores de Agua

Los retenedores de agua al hidratarse forman una gelatina a la que llamamos hidrogel, específicamente diseñado para la aplicación en el campo:

- Para hortalizas, cítricos, fruticultura, minimiza los problemas de infertilidad del suelo, escasez de agua, ausencia de fertilizante y erosión del suelo (Imbaquingo y Varela, 2012).
- En los viveros forestales se utilizan los retenedores de agua para el transporte de plántulas, protección al momento del trasplante. Está demostrado que las reforestaciones son más efectivas, al reducir el trasplante y minimizar el secado del sistema radicular, tanto durante el transporte como en la plantación (Imbaquingo y Varela, 2012).

2.5.6. Aplicación de retenedores de agua.

- Agricultura

Se aplica en hortalizas, cítricos, fruticultura, cultivos en surcos; reduce los problemas de infertilidad del suelo, ausencia de fertilizantes, sus propiedades de retener agua ayuda al almacenamiento de agua de lluvias y de riego que por lo general se pierde por efecto de la gravedad.

- Forestal

Se utiliza en viveros, transporte y protección, trasplantes.

- Ornamental

Fomenta la capacidad de almacenar agua en el suelo, y en sustratos de cultivos, a su vez aumenta la aireación del medio de cultivo.

- Paisajismo

Restaura y mejora los campos de golf y vegetación de áreas de minería (Imbaquingo y Varela, 2012).

3. MARCO OPERACIONAL

3.1. Ubicación del ensayo

El ensayo se ejecutó en el Cantón Marcelino Maridueña provincia del Guayas, situada a 60 km de la ciudad de Guayaquil 2° 12' S 79° 25' O.

Gráfico 6. Localización satelital del ensayo.



Fuente: Google Earth

3.2. Características Agrometeorológicas

Altura: 27 msnm

Temperatura promedio: 21.87 °C a 30.27 °C

Humedad relativa: 48 – 76 %

Precipitación Anual: 1529 mm/año

Heliofania: 806 horas/año

3.3. Materiales

- Bandejas germinadoras
- Palas
- Carretilla
- Rastrillos
- Pielas
- Tierra común
- Estacas
- Cañas
- Balanza digital
- Clavos
- Calculadora
- Agua
- Semillas
- Manguera
- Bomba de fumigar
- Cosecha lluvia (Hidratante)
- Insecticida vegetal (Biococh)
- Plaguicida biológico (*Bacillus thuringiensis*)

Fuente: El autor

3.4. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

Una variedad de lechuga:

- Waltz

También se estudió dosis de hidratante:

- 2 g/planta de hidratante (Cosecha lluvia).
- 4 g/plantas de hidratante (Cosecha lluvia).
- 6 g/planta de hidratante (Cosecha lluvia).

Y un testigo de riego manual con una frecuencia de 5 días hasta la cosecha.

3.5. Combinación de tratamiento

Tabla 5. Combinaciones de los tratamientos.

No. Tratamientos	Dosis de hidratante
1	Testigo
2	Cosecha lluvia 2 g/plta
3	Cosecha lluvia 4 g/plta
4	Cosecha lluvia 6 g/plta

Fuente: El autor

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental fue un Diseño Completamente al Azar DCA, con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

3.7. Análisis de la Varianza

El esquema del análisis de la varianza se indica a continuación.

ANDEVA	
F. DE VARIACIÓN	GL
Tratamientos	3
Lineal	1
Cuadrática	1
Cúbica	1
Error	12
Total	15

3.8. Análisis funcional

Para la comparación de media se utilizó la prueba de rango múltiple, la prueba de Duncan al 5 % y Polinomios Ortogonales.

3.9. Manejo del experimento

3.9.1. Producción de plántulas.

La lechuga es particularmente apropiada para la producción en semilleros, ya que se adhiere mejor al momento del trasplante al suelo, para ello en las bandejas germinadoras se colocaron turba, se dejó crecer durante 30 días aproximadamente para proceder a trasplantar.

3.9.2. Construcción de camas.

Las camas fueron de 1.80 metros de ancho por 12 metros de largo, ya una vez construidas las camas se niveló el suelo, comenzamos a elaborar los huecos con una profundidad de 2 a 3 cm con estaca y con una distancia 30 cm * 30 cm entre planta.

3.9.3. Aplicación de hidratante

Se procedió aplicar el hidratante (Cosecha lluvia), de acuerdo a los tratamientos en cada agujero que iba a ser trasplantada la plántula.

3.9.4. Trasplante

El trasplante de lechuga se realizó con una distancia de 30 cm x 30 cm entre planta.

3.9.5. Control de malezas

El control de malezas se lo realizó manualmente.

3.9.6. Control fitosanitario

Se realizó fumigaciones con un producto orgánico, para el control de mosca blanca. A su vez se aplicó *Bacillus thuringiensis* (New BT), para el control de *Spodoptera sp.*

3.9.7. Fertilización

Se aplicó fertilizante orgánico en forma de corona en todo los tratamientos y se lo realizó de forma manual.

3.9.8. Cosecha

Después de 60 días se procedió a la cosecha del cultivo de lechuga.

Acorde al desarrollo del experimento se realizaron las respectivas mediciones de las variables a evaluadas.

3.10. Variables evaluadas

3.10.1. Número de hojas por planta

Luego de la cosecha se separó las lechugas y se procedió al conteo de hojas en cada una de ellas se seleccionó 6 plantas alzar de cada tratamiento en cada repetición a los 60 días después del trasplante.

3.10.2. Longitud de Hoja (cm)

Para la medición de este parámetro se consideró la hoja más grande y larga, en todos los tratamientos se escogieron 6 plantas al azar para cada tratamiento en cada repetición, y luego se midió con cinta métrica desde la parte baja hasta el extremo superior y esta se realizó a los 60 días después del trasplante.

3.10.3. Peso por sitio (g)

En el momento de la cosecha por sitio se pesó con una gramera la lechuga, luego se escogió 6 plantas al azar en cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

3.10.4. Ancho de hoja (cm)

Se seleccionó la hoja más vigorosa y ancha, después se escogió 6 plantas al azar por cada tratamiento y por repeticiones, luego se procedió a medir con una cinta métrica en centímetros (cm).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de hoja

En la Tabla 6, de promedios obtenidos en la investigación se observó que el promedio más alto lo fue el tratamiento 2 con 11.17 hojas, seguido del tratamiento 3 con 10.63 hojas y el tratamiento 1 con 10.38 hojas; el promedio más bajo lo presentó el tratamiento 4 con 9.83 hojas y con un promedio general de 10.50 en el número de hojas.

Tabla 6. Promedios de número de hojas a los 60 días.

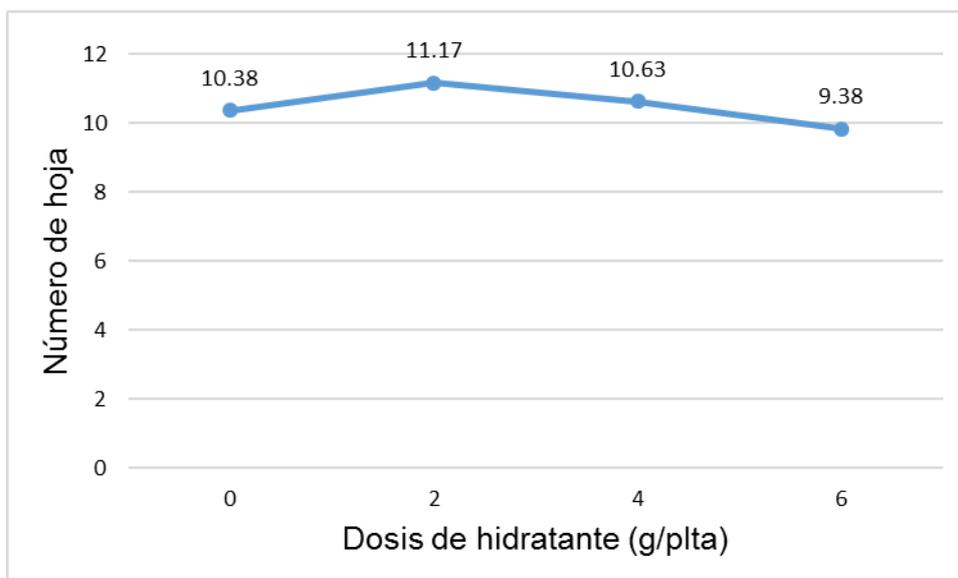
Dosis	I	II	III	IV	\bar{X}	
0	10.5	12.17	10.17	8.67	10.38	A
2	11.33	11.5	11.33	10.5	11.17	A
4	11.33	11.33	8.67	11.17	10.63	A
6	9.5	9.67	10.33	9.83	9.83	A
					Promedio General	10.50
					CV	10.94 %

Elaborado por: El autor

^A No difieren estadísticamente letras en una misma columna $p < 0.05$.

En el Gráfico 7, se puede observar el comportamiento del hidratante con las tres dosis establecidas y el testigo, donde el tratamiento 2 obtuvo el mejor promedio en cuanto número de hojas.

Gráfico 7. Actividad del Hidratante, número de hojas.



Elaborado por: El autor

Los resultados obtenidos en el análisis de la varianza se presentaron en la Tabla 7. Se observa que no se encuentra significancia al realizar la prueba de F entre los tratamientos, a su vez en la prueba de polinomios ortogonales no se encontró significancia, el coeficiente de variación (CV) es de 9.64 %.

Tabla 7. Análisis de la varianza de número de hojas a los 60 días.

ANDEVA								
F.V.	SC	gl	CM	F		p-valor	F-tabla 0.05	F-tabla 0.01
Dosis	3.67	3	1.22	1.2	NS	0.3531	3.49	5.95
Lineal	0.95	1	0.95	0.92	NS	0.3555	4.75	9.33
Cuadrática	2.5	1	2.5	2.44	NS	0.1445	4.75	9.33
Cúbica	0.23	1	0.23	0.23	NS	0.6433	4.75	9.33
Error	12.29	12	1.02					
Total	15.97	15						

(NS)= No significativo (*)= significativo (**)= altamente significativo

Elaborado por: El autor

En un estudio elaborado por San Martín (2004, pág. 41), evaluando varias dosis de hidrogel aplicado al cultivo de lechuga, variedad Grandes Lagos, desde la raíz y al suelo, donde no tuvo significancia en la raíz en conjunto al suelo teniendo

un promedio de 23.7, la cual fue el mismo método de aplicación que se realizó en este estudio pero con diferente variedad (Waltz).

4.2. Ancho de Hoja (cm)

En la Tabla 8, los promedios obtenidos en la presente investigación se observó, que el promedio más alto lo obtuvo el tratamiento 2 con 11.15 cm, seguido del tratamiento 3 con 10.63 cm y el tratamiento 4 con 10.63 cm; el promedio más bajo de ancho de hoja resultó el tratamiento 1 con 8.79 cm.

Tabla 8. Promedios de ancho de hojas (cm) a los 60 días.

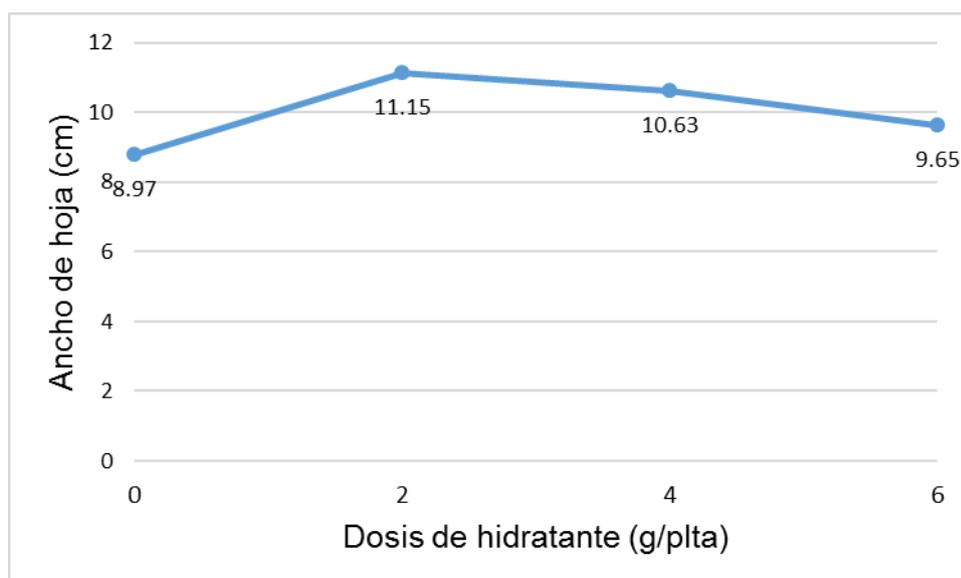
Dosis	I	II	III	IV	\bar{X}	
0	11.17	10.58	7.50	5.92	8.79	A
2	12.17	11.75	11.33	9.33	11.15	A
4	12.00	12.17	7.42	10.92	10.63	A
6	10.33	10.00	11.58	6.67	9.65	A
					Promedio General	10.05
					CV	16.34 %

Elaborado por: El autor

^A No difieren estadísticamente letras en una misma columna $p < 0.05$.

En el Gráfico 8, se observa la distribución de los promedios.

Gráfico 8. Actividad del Hidratante, ancho de hojas (cm).



Elaborado por: El autor

En la Tabla 9, presentan de acuerdo el análisis de la varianza donde no hubo significancia ni en las repeticiones ni en las dosis al realizar la prueba de F entre los tratamientos, así mismo en la prueba de polinomios ortogonales de las dosis tampoco se encontró significancia. Su CV fue de 10.94 %

Tabla 9. Análisis de la varianza de ancho de hojas (cm) a los 60 días.

ANDEVA								
F.V.	SC	gl	CM	F		p-valor	F-tabla 0.05	F-tabla 0.01
Dosis	0.37	3	0.12	1.03	NS	0.4146	3.49	5.95
Lineal	0.02	1	0.02	0.2	NS	0.6602	4.75	9.33
Cuadrática	0.31	1	0.31	2.57	NS	0.1350	4.75	9.33
Cúbica	0.04	1	0.04	0.31	NS	0.5851	4.75	9.33
Error	1.43	12	0.12					
Total	1.79	15						

(NS)= No significativo (*)= significativo (**) = altamente significativo

Elaborado por: El autor

4.3. Longitud de hoja (cm)

En la Tabla 10, los promedios de longitud de hojas (cm), se observó que el promedio más alto lo obtuvo la aplicación de 4 g/plta, cuyo promedio fue de 13.09 cm, seguido del tratamiento 2 con 13.04 cm. El menor promedio obtuvo el tratamiento testigo con 10.00 cm.

Tabla 10. Promedios de longitud de hojas (cm) a los 60 días.

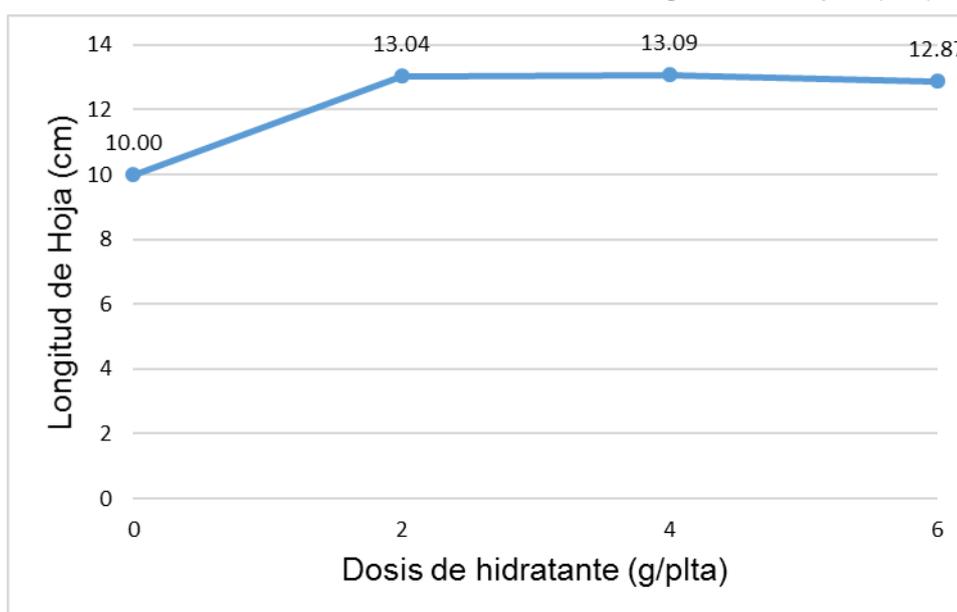
Dosis	I	II	III	IV	\bar{X}	
0	13.33	11.33	8.08	7.25	10.00	A
2	15.5	12.33	11.67	12.67	13.04	A
4	17.58	12.67	9.17	12.92	13.09	A
6	14.08	13.75	14.58	9.08	12.87	A
					Promedio General	12.25
					CV	11.34 %

Elaborado por: El autor

^A No difieren estadísticamente letras en una misma columna $p < 0.05$.

En el Gráfico 9, se observa la distribución de los promedios.

Gráfico 9. Actividad del Hidratante, longitud de hojas (cm).



Elaborado por: El autor

Al realizar el análisis de la varianza se observó que no hubo diferencias estadísticas en ninguna fuente de variación, incluyendo los componentes de los polinomios ortogonales. El promedio general dio como resultado 12.25 cm dando un CV de 11.34 %.

Tabla 11. Análisis de la varianza, largo de hoja a los 60 días.

ANDEVA								
F.V.	SC	GI	CM	F		p-valor	F-tabla 0.05	F-tabla 0.01
Dosis	0.62	3	0.21	1.33	NS	0.3113	3.49	5.95
Lineal	0.33	1	0.33	2.14	NS	0.1691	4.75	9.33
Cuadrática	0.24	1	0.24	1.54	NS	0.2377	4.75	9.33
Cúbica	0.05	1	0.05	0.3	NS	0.5961	4.75	9.33
Error	1.87	12	0.16					
Total	2.48	15						
(NS)= No significativo (*)= significativo (**)= altamente significativo								

Elaborado por: El autor

De acuerdo a un estudio realizado por Alfonso *et. al* (2010), en un estudio realizado a un cultivo de lechuga utilizando 4 productos bioactivos compararon valores tomados en el 2008 y en el 2009, donde en ese año aplicando estos productos tuvieron una diferencia significativa en ancho y largo, pero en el tratamiento de control sin utilizar ninguno de estos productos y aplicando abonos orgánicos, obtuvieron promedios similares a los valores presentados con promedios de ancho 12.13 cm (2008) y 10.38 cm (2009) y largo 22.00 cm (2008) 18. 76 cm (2009).

4.4. Peso de lechuga (g)

En la Tabla 12, el promedio más alto obtuvo el tratamiento 2 con 37.34 g, seguido del tratamiento 3 con 37.13 g y el tratamiento 4 con 26.78 g, finalmente el

tratamiento con un peso en gramos más bajo fue el número 1 con 24.32 g, dando como resultado un promedio general de 31.14 g.

Tabla 12. Promedio de peso de lechuga (g) al momento de cosecha.

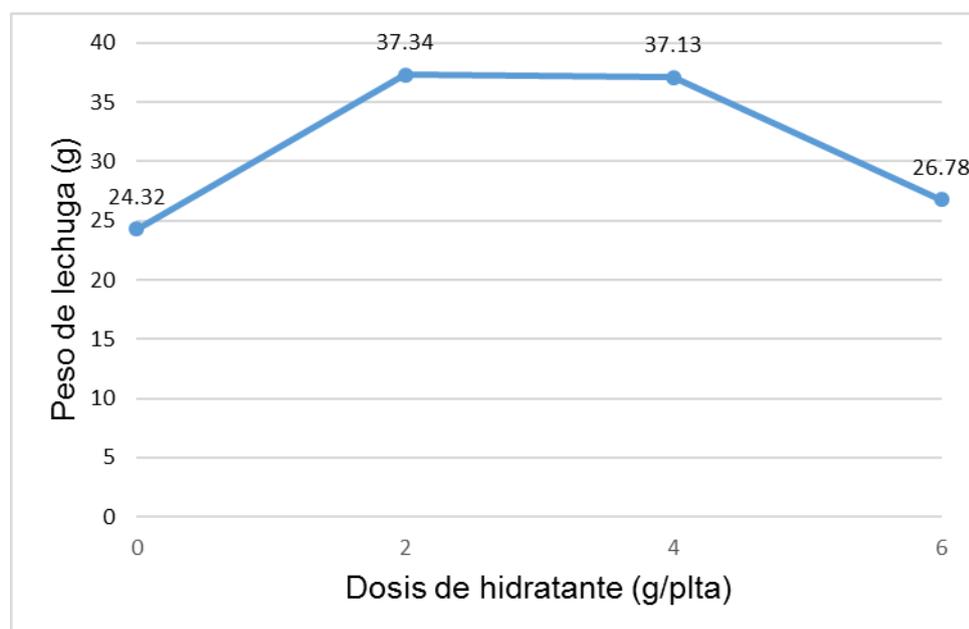
Dosis	I	II	III	IV	\bar{X}	
0	33	32.3	19.13	12.83	24.32	A
2	48.7	34.5	35.67	30.5	37.34	A
4	53.8	41.7	14.43	38.57	37.13	A
6	31.5	29.5	34.6	11.5	26.78	A
					Promedio General	31.39
					CV	16.86 %

Elaborado por El Autor

^A No difieren estadísticamente letras en una misma columna $p < 0.05$.

En el Gráfico 10, se presenta la actividad del hidratante sobre la lechuga, donde al igual que las variables mencionadas el tratamiento 1, ha tenido mejor rendimiento reflejado en los promedios presentados, teniendo una tendencia ascendente hasta este tratamiento.

Gráfico 10. Actividad de hidratante, peso de lechuga (g).



Elaborado por: El Autor

En el siguiente análisis de la varianza presentado en la Tabla 13, se puede observar que no hubo significancia en las repeticiones y los tratamientos dando un CV de 16.87 %.

Tabla 13. Análisis de la varianza, peso de lechuga al momento de cosecha

ANDEVA								
F.V.	SC	gl	CM	F		p-valor	F-tabla 0.05	F-tabla 0.01
Dosis	4.61	3	1.54	1.21	NS	0.3498	3.49	5.95
Lineal	0.06	1	0.06	0.05	NS	0.8274	4.75	9.33
Cuadrática	4.46	1	4.46	3.5	NS	0.0859	4.75	9.33
Cúbica	0.08	1	0.08	0.06	NS	0.8049	4.75	9.33
Error	15.29	12	1.27					
Total	19.90	15						

(NS)= No significativo (*)= significativo (**)= altamente significativo

Elaborado por: El autor

Según un estudio realizado por San Martín (2004), menciona que no hubo diferencia significativa en cuanto a peso, por ende no se puede discutir que el tratamiento son mejores para determinar cuál sería el indicado para luego obtener un mejor peso en la lechuga, así mismo el promedio que mejor obtuvo fue el tratamiento que se aplicó directo al suelo que es el mismo método que se utilizó para este ensayo aplicando el hidratante.

Así mismo mencionando otro estudio por López *et. al* (2013), utilizando un Polímero hidrófilo para cultivo de Chili en invernadero destaca que en ninguna de sus variables se encontró significancia, pero que sus promedios utilizando este polímero fueron mayores al testigo, también menciona que está demostrado que los polímeros hidrófilos son una práctica benéfica para aumentar el rendimiento y la calidad del fruto en diversos cultivos.

5. CONCLUSIONES

Según el análisis de los resultados obtenidos en el estudio bajo las condiciones que se trabajó se puede concluir lo siguiente:

- El Tratamiento 2 con 2 g/planta, obtuvo el promedio más alto en las variables en peso, altura de hoja, ancho de hoja y número de hojas a comparación de los otros tres tratamientos.
- Las plantas de lechuga que tenían el hidratante mantenían una humedad relativa en suelo, ayudaba a la absorción paulatina de nutrientes a la planta, ya que se pudo observar las diferencias físicas con las plantas del tratamiento testigo, las raíces eran más frondosas y se mantenían más firmes al suelo.
- No se encontró diferencia significativa en ninguna de las variables evaluadas, el tratamiento testigo, presentó el promedio más bajo en relación con los otros tratamientos.
- Todos los tratamientos a evaluarse presentaron un promedio superior al 90 % en forma y estado fitosanitario.
- El ciclo vegetativo de la planta de lechuga fue más corto cuando se utilizó riego y cuando la forma de aplicación del hidratante fue al suelo, acortando el periodo de crecimiento en relación con el ciclo normal de la variedad utilizada en la presente investigación.

- El hidratante es una buena opción en la agricultura para optimizar la fertilización del suelo poco fértil y ayuda obtener un mejor drenaje.
- Este hidratante es capaz de retener hasta dos veces más agua que la turba, lo que confiere buenas propiedades como hidro retenedor.
- Ya que no presentaron diferencias significativas se observó que las plantas de todos los tratamientos no hubo tasa de mortalidad.

6. RECOMENDACIONES

- Es recomendable aplicar el hidratante con el sustrato en la germinación de la semilla para que planta no sufra estrés hídrico al momento del trasplante y observar si existe un crecimiento más eficaz y las raíces son más fortalecidas.
- Mantener un riego constante a la planta ya con hidratante o con riego normal, ya que ayuda a la pigmentación de la misma.
- Se hace necesario realizar varios ensayos sobre la aplicación de hidratante en diferentes lugares y especies con la finalidad de comparar el comportamiento de estos en diferentes zonas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agro, R. E. (2015). Aumenta producción y consumo de hortalizas. *El Agro*.
- Alfonso, T., Ruiz, J., Peraza, T., y Escobar, I. (2011). Respuesta de cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. *Cultrop*.
- Cazorla, A. (2010). *Repositorio ESPOCH*. Recuperado el 19 de 06 de 2016, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/675/1/13T0698%20CAZORLA%20ALFONSO.pdf>
- Conectarural. (2016). Recuperado el 15 de 7 de 2016, de <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LA%20LECHUGA.pdf>
- Echeverria, C., y Mijangos, C. (2008). Estructura y Propiedades Viscoelásticas de microgeles termosensibles. En E. Giménez, L. Cabedo, & J. Lagarón, *Nuevos retos en materiales poliméricos* (págs. 77-79).
- Erazo, A. (15 de 02 de 2011). Evaluación del comportamiento inicial del pino (*Pinus radiata*) mediante la aplicación de retenedores de agua en Tanlagua, San Antonio de Pichincha. Tanlagua, Pichincha. Recuperado el 15 de 07 de 2016
- Estrada, J. (2013). *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. Recuperado el 28 de 06 de 2016, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/804/51453s.pdf?sequence=1>
- FAO. (2014). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/urban-agriculture/es/>

- Gómez, A. (2014). *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. Recuperado el 5 de Julio de 2016, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1089>
- Granda, J., y Lopez, C. (Enero de 2009). *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/236/1/T72106.pdf
- Guerrero Estrada , R., Lemus Torres, D., Mendoza Anaya, D., y Rodríguez Luno, V. (Marzo del 2010). Hidrogeles en agricultura. *Revista Iberoamericana de Polímeros, Volumen 12(2), 77*. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de www.ehu.eus/reviberpol/pdf/MAR11/estrada.pdf
- Idrobo, H. (2010). Comportamiento de hidrogeles en suelos arenosos. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, num 9, 33-37*.
- Idrobo, H., Rodríguez, M., y Díaz , J. (2010). Comportamiento del hidrogel en suelos. *Eidenar, 33-37*.
- Imbaquingo, W., y Varela, E. (2012). *Universidad Técnica del Norte*. Recuperado el 28 de 06 de 2016, de repositorio.utn.edu.ec/bitstream/.../2/03%20FOR%20208%20PRESENTACION.pdf
- INIFAP. (03 de 07 de 2011). Recuperado el 15 de 07 de 2016, de www.inifap.gob.mx/circe/Documents/publigto/Lechuga.pdf
- Jimenez Pérez, L. (03 de 2016). *Repositorio Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5409/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-68.pdf>

Lardizábal, R. (2005). Manual de producción #1 Lechuga. *Sistemas de Información de Agro-Negocios: Análisis y Disseminación* .

López, J. B. (2012). *Universidad Técnica de Ambato*. Recuperado el 28 de 07 de 2016, de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10543/1/Tesis-101%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20325.pdf>

López, J., Garza, S., Jiménez, J., y Huez, M. (2016). Uso De Un Polímero Hidrófilo A Base De Poliacrilamida Para Mejorar La Eficiencia En El Uso Del Agua. *European Scientific Journal*, 160-176.

López, J., Huez-López, M., Rueda-Puente, E., y Jiménez, J. (2013). Evaluation of a Hydrophilic Polymer in Anaheim Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivated in Greenhouse. *Terra Latinoamericana*, 115-118.

Malca. (2001). *Universidad del Pacífico Lima Perú*. Recuperado el 27 de 06 de 2016, de www.upbusiness.net.

Maroto, J. (2008). La Horticultura en el mundo. En *Elementos de Horticultura General* (págs. 38-40). Barcelona: Ediciones Mundi-Prensa.

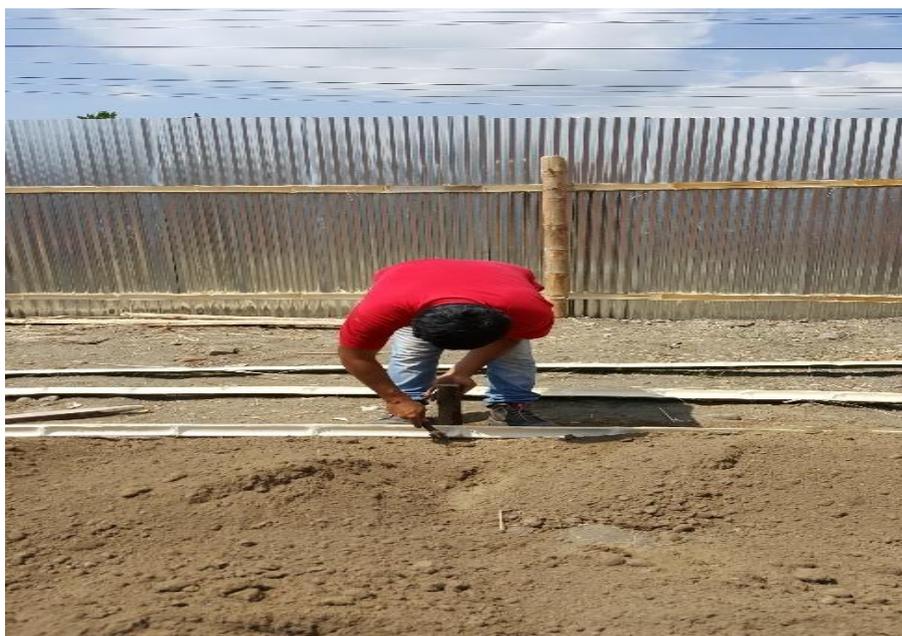
Martín, K. S. (2004). Efectos de diversos tratamientos hídricos sobre la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la IX región de Chile. Valdivia, Chile. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fas196e/pdf/fas196e.pdf>

- Morante, J. (2003). Qué son los polímeros hidroabsorbentes agrícolas? *Industria*, 74-75.
- Orozco, M. (2010). *Escuela Politécnica del Chimborazo*. Recuperado el 20 de 07 de 2016, de dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/.../33T0079%20OROZCO%20MARIO.pdf
- Pulso, E. (09 de 05 de 2013). Usarán los polímeros sintéticos para incrementar la capacidad de almacenar agua en el suelo. *El Pulso*, págs. 1-5.
- Quintero, J. (1977). Hojas Divulgadoras, Lechuga. *publicaciones de extension agraria*, 1-20.
- Salazar, W. (2002). *SICA*. Recuperado el 27 de 06 de 2016, de <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/organicos/conceptos/principios%20agricultura%20organica.htm>
- Salinas, C. D. (2014). *Universidad Tecnica de Ambato*. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20204.pdf>
- Scalisse, G. (2001). Las tendencias del mercado hortícola en Europa. *Horticultura internacional*, 36-41.
- Silvestre, L. (s.f.). Obtenido de <http://www.euskalnet.net/loalv/plantasweb/lechuga.htm>

- Titonell, P., De Grazia, J., y Chiesa, A. (2002). Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plántulas de pimiento. *Horticultura Brasileira*, 641-645.
- Tonelli, B. (2014). *Universidad Nacional de Entre Ríos*. Recuperado el 24 de 06 de 2016, de www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/tema1.pdf
- UNSE, F. d. (2003). *Universidad Nacional Santiago del Estero*. Obtenido de faa.unse.edu.ar/apuntes/hortic/hortic9.pdf
- Valadez, A. (1997). *Producción de hortalizas. Mexico*. Mexico: Noriega Editores.
- Vallejo, y Estrada. (2004). Producción de Hortalizas de clima Caliente. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Vallejo, F., y Estrada, E. I. (2004). El cultivo de Lechuga *Lactuca sativa* L. En F. Vallejo Cabrera, & E. I. Estrada Salazar, *Producción de hortalizas de clima cálido* (págs. 315-340). Palmira.
- Velásquez, P., Ruíz, H., y Chavés, G. (2014). Productividad de lechuga *Lactuca sativa* en condiciones de macrotúnel en suelo Vitric haplustands. *Revista de ciencias agrícolas*, 93-105.

ANEXOS

Anexo 1. Instalación de camas en huerto.



Fuente: El autor

Anexos 2. Camas con suelo arenoso instaladas en huerto.



Fuente: El autor

Anexos 3. Germinación de Lechugas.



Fuente: El autor

Anexos 4. Señalización previa al trasplante



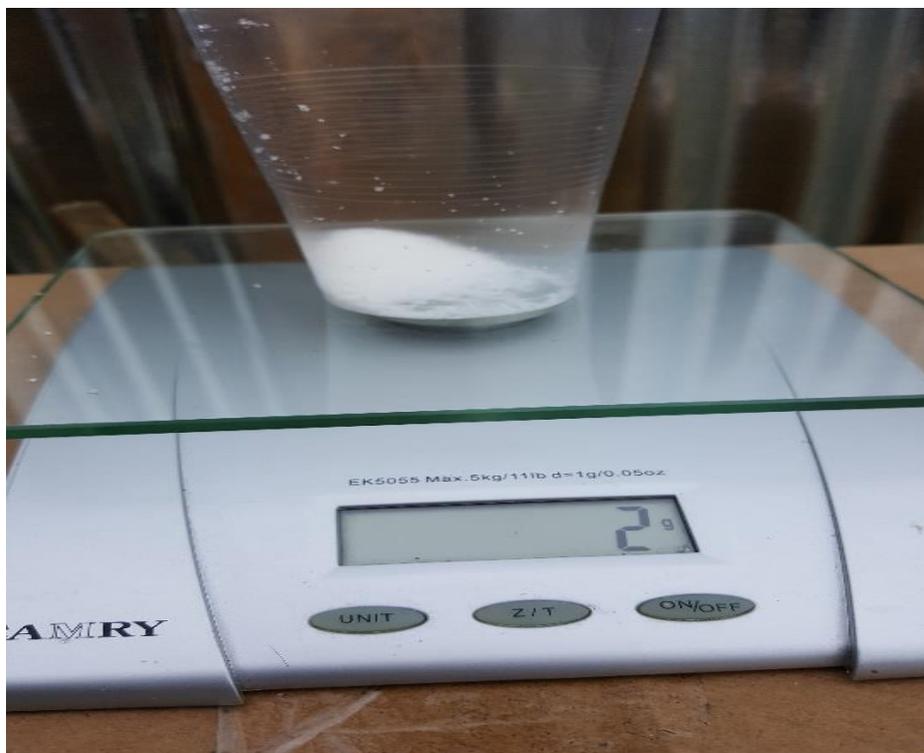
Fuente: El autor

Anexo 5. Plántulas listas para el trasplante



Fuente: El autor

Anexo 6. Medición de dosis de hidratante al momento del trasplante



Fuente: El autor

Anexo 7. Aplicación del hidratante en el hoyo para el trasplante



Fuente: El autor

Anexo 8. Absorción del agua por el hidratante en el hoyo.



Fuente: El autor

Anexo 9. Trasplante terminado con su respectiva dosis hidratante.



Fuente: El autor

Anexo 10. Aplicación de Biococho



Fuente: El autor

Anexo 11. Plantas en desarrollo



Fuente: El autor

Anexo 12. Mediciones al momento de la cosecha



Fuente: El autor

Anexos 13. Planta perteneciente al tratamiento testigo



Fuente: El autor

Anexo 12. Peso de lechuga del tratamiento testigo



Fuente: El autor

Anexo 13. Cosecha de plantas



Fuente: El autor

Anexo 14. Peso de lechuga con hidratante



Fuente: El autor

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Pincay Rodríguez Genaro Víctor, con C.C: # 0924678741 autor del trabajo de titulación: Comportamiento de tres dosis de Hidratantes en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en Huerto Organopónico en el Cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÓNOMO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 13 de Septiembre del 2016

Nombre: Pincay Rodríguez Genaro Víctor

C.C: 0924678741

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Comportamiento de tres dosis de Hidratantes en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.), en Huerto Organopónico en el Cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas		
AUTOR	Genaro Víctor Pincay Rodríguez		
REVISOR / TUTOR	Ing. Ángel Antonio Triana Tomalá		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agronómica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Agrónomo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	13 de Septiembre del 2016	No. DE PÁGINAS:	79
ÁREAS TEMÁTICAS:	Manejo sostenible de cultivos tropicales.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	gel hidratante, lechuga, dosis, Waltz		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>La presente investigación se realizó durante los meses de Junio hasta Agosto del 2016 en el cantón Marcelino Maridueña provincia del Guayas, El presente trabajo tuvo como objetivo el comportamiento de tres dosis de hidratante en huerto organopónico, utilizando el cultivo de lechuga variedad Waltz variando las dosis del hidratante en lo cual se analizó su peso, número de hojas, longitud de hoja y ancho de hojas después de la cosecha, donde se utilizó un DCA (Diseño Completamente al Azar), para el manejo del ensayo se aplicó concentraciones de gel hidratante (Cosecha lluvia) distintas 2 g/plta, 4 g/plta y 6 g/plta.</p> <p>Como resultado no se obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) en las variables evaluadas de peso, ancho de hojas, longitud de hojas, número de hojas, pero llegamos a determinar que con el producto Cosecha lluvia no hubo mortalidad durante el ensayo.</p> <p>El mejor tratamiento fue el 2 con dosis de 2 g/plta de gel hidratante que presentaron un buen número de follaje, peso, longitud y ancho de hoja, seguido del tratamiento 3 con 4 g/plta de dosis hidratante que presentaron con las mismas características.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0993049602 / 0986384821	E-mail: genaro919@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Manuel Enrique Donoso Bruque		
	Teléfono: 0991070554		
	E-mail: manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			