



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS

**“DIFERENTES SUSTANCIAS NUTRITIVAS EN EL CULTIVO DE
LECHUGA (*Láctica sativa*) EN SUSTRATO DE CASCARILLA DE
ARROZ MÁS ARENA DE RÍO”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR

MESÍAS CAMACHO CARLOS FERNANDO

DIRECTORA DE TESIS

ING. MARÍA DEL CARMEN SAMANIEGO ARMIJOS .M.S, c

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA
TESIS

**“DIFERENTES SUSTANCIAS NUTRITIVAS EN EL CULTIVO DE
LECHUGA (*Láctica sativa*) EN SUSTRATO DE CASCARILLA DE
ARROZ MÁS ARENA DE RÍO”**

Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MSc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy Sabando Ávila, MSc
MSc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy Javier Guevara,

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR
2015

DECLARACIÓN Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Mesías Camacho Carlos Fernando, bajo juramento declaro que el trabajo aquí detallado es de mí total autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Mesías Camacho Carlos Fernando

CERTIFICACIÓN

Ing. María del Carmen Samaniego Armijos, MSc., en calidad de directora de tesis, certifica: que el señor, Mesías Camacho Carlos Fernando, realizó la tesis titulada: **“DIFERENTES SUSTANCIAS NUTRITIVAS EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Láctica sativa*) EN SUSTRATO DE CASCARILLA DE ARROZ MÁS ARENA DE RÍO”**. Bajo mi dirección, habiendo cumplido con la disposición reglamentaria establecida para el efecto.

**Ing. María del Carmen Samaniego Armijos, MSc.
DIRECTORA DE TESIS**

AGRADECIMIENTO

El autor de la presente investigación deja constancia de su agradecimiento a:

En primer lugar agradezco a dios, a mi madre y a mi divino niño por haberme dado la fortaleza, valor y enseñarme el camino correcto en la vida.

A mi alma mater Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que me abrió las puertas para pertenecer a esta gran familia de ingeniería agropecuaria, que en cuyas aulas sus catedráticos nos compartieron todos sus conocimientos, para crecer en mi vida profesional.

Al Ing. Manuel Haz Álvarez (+), por su decisión y apoyo a la formación de la U.E.D.

Ing. Roque Luis Vivas Moreira, MSc. Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su apoyo a la educación.

A la Ing. Guadalupe Del Pilar Murillo Campuzano, MSc. Vicerrectora Administrativa de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su incomparable aporte diario de trabajo constante en beneficio de los estudiantes.

A la Ing. Dominga Rodríguez Angulo, MSc. Directora de la Unidad de Estudios a Distancia, por la eficiencia y responsabilidad al frente de esta Unidad Académica.

Al Ing. Lauden Geobkag Rizzo Zamora MSc., Coordinador de la Carrera Agropecuaria quien siempre supo guiar para tener responsabilidad en los estudios.

A mi Directora de tesis Ing. María del Carmen Samaniego MSc., por su incondicional apoyo en todo el transcurso de mi trabajo de tesis.

DEDICATORIA

Para llegar a obtener algo hay que ser perseverante, por tal razón le doy gracias a mi Dios y a mi divino niño quienes han sido mis motores principales para lograr este título.

Esta tesis se la dedico principalmente a mis queridos padres, José Mesías (+), que a pesar de que ya no está entre nosotros, siempre fue mi guía, desde el cielo y María Camacho, mi amada madre quien siempre me apoyo en mis estudios y fue quien me motivo para crecer día a día.

Con toda mi ternura y amor a Mayra Izquierdo mi esposa que ha tenido la paciencia de entender mi motivo de proponerme para poder obtener este título para poder sacar adelante a mi familia, y demostrar que no hay nada imposible en la vida y que solo hay que sacrificarse para lograr las metas propuestas.

A mis hermosas hijas María Fernanda y Julethsy Yanahis quienes han sido mi inspiración para alcanzar este logro, esperando que esto sea un ejemplo para ellas.

Porque hay que buscar una meta para después tener éxitos, porque cada obstáculo que se presenta en la vida hay que saberlo vencer.

FERNANDO

ÍNDICE GENERAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	ii
DECLARACIÓN Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
SUMMARY.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
CAPITULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Fundamentación Teórica.....	5
2.1.1. Lechuga Irazú largo.....	5
2.1.2. Taxonomía y morfología.....	5
2.1.2.1. Planta.....	5
2.1.2.2. Tallo.....	5
2.1.2.3. Sistema radicular.....	6
2.1.2.4. Flores.....	6
2.1.2.5. Hojas.....	6
2.1.3. Origen y aprovechamiento.....	6
2.2. Descripción botánica.....	6
2.3. Diversidad genética.....	7

2.4. Agroecología	7
2.5. Técnicas de cultivo	8
2.6. Manejo del cultivo	9
2.6.1. Fertilización	9
2.6.2. Riego.....	9
2.7. Plagas y enfermedades	10
2.7.1. Plagas más frecuentes.....	10
2.7.2. Enfermedades más frecuentes	11
2.7.2.1. Pudrición blanda	11
2.7.2.2. Moho gris	11
2.7.2.3. Mildiu vellosa	12
2.7.2.4. Antracnosis	12
2.7.2.5. Botrytis	12
2.8. Control de malezas	12
2.9. Recolección	13
2.10. Fertilizantes orgánicos	13
2.10.1. Descripción	13
2.10.2. Origen y forma de obtención de los abonos orgánicos	14
2.11. El sustrato	14
2.11.1. Funciones de los sustratos	15
2.11.2. Propiedades de los sustratos.....	16
2.11.2.1. Aireación del sistema radicular	16
2.11.2.2. Espacio poroso	16
2.11.2.3. Estabilidad física	16
2.11.2.4. Inerte químicamente	17
2.11.2.5. Debe ser inerte biológicamente	17
2.11.2.6. El drenaje.....	18
2.11.2.7. La capilaridad.....	18
2.11.2.8. Debe estar disponible	18
2.11.2.9. Ser de bajo costo	18
2.11.2.10. Mezclas.....	19
2.11.3. Cultivo en sustrato	19
2.11.4. Clasificación de los sustratos.....	20
2.11.4.1. Sustratos orgánicos	20

2.11.4.1.1. La cascarilla de arroz	20
2.11.4.2. Sustratos Inorgánicos	21
2.11.4.2.1. Arena	21
2.11.5. Elementos esenciales	21
2.11.5.1. Nitrógeno	21
2.11.5.2. Fósforo	22
2.11.5.3. Potasio	22
2.11.5.4. Calcio	23
2.11.5.5. Azufre	23
2.11.5.6. Magnesio	23
2.11.5.7. Hierro	24
2.11.5.8. Cloro	24
2.11.5.9. Manganeso	25
2.11.5.10. Boro	25
2.11.5.11. Zinc	25
2.11.5.12. Cobre	25
2.11.5.13. Molibdeno	26
2.11.6. Solución nutritiva (SN)	26
2.12. Fertilización	26
2.12.1. Green Master	27
2.12.1.1. Características del producto Green Master	27
2.12.1.2. Modo de empleo del producto Green Master	27
2.12.1.3. Presentaciones del producto Green Master	27
2.12.2. Biotek	28
2.12.3. Evergreen	28
2.12.3.1. Características generales	28
2.12.3.2. Beneficios de su uso	29
2.12.4. NPK	29
2.13. Investigaciones relacionadas	30
CAPITULO III	34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1. Materiales y métodos	35
3.1.1. Localización y duración del experimento	35

3.1.2. Condiciones meteorológicas	35
3.1.3. Materiales y equipos	35
3.1.4. Tipo de investigación	36
3.1.5. Tratamientos	36
3.1.6. Esquema del experimento	37
3.1.7. Diseño experimental	37
3.1.8. Delineamiento experimental.....	38
3.1.9. Esquema del análisis de varianza.....	38
3.1.10. Variables evaluadas.....	38
3.1.10.1. Medición de pH cada 14 días.....	38
3.1.10.2. Largo de la hoja cada 15 días.....	39
3.1.10.3. Ancho de la hoja cada 15 días.....	39
3.1.10.4. Número de hojas cada 15 días	39
3.1.10.5. Diámetro del tallo en la cosecha	39
3.1.10.6. Peso de la planta a la cosecha	39
3.1.10.7. Peso tallo más raíz	39
3.1.10.8. Largo de la raíz	40
3.1.10.9. Rendimiento en kg por parcela	40
3.1.10.10. Rendimiento en kg por hectárea	40
3.1.11. Manejo del experimento.....	40
3.1.11.1. Preparación de semillero	40
3.1.11.2. Preparación del sustrato	40
3.1.11.3. Trasplante	40
3.1.12. Medición de pH	41
3.1.13. Fertilización.....	41
3.1.14. Control de maleza.....	42
3.1.15. Cosecha.....	42
3.1.16. Análisis económico	42
3.1.16.1. Ingreso bruto por tratamiento.....	42
3.1.16.2. Costos totales por tratamiento	42
3.1.16.3. Beneficio neto (BN)	43
CAPITULO IV.....	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44

4. Resultados	45
4.1. Número de hojas.....	45
4.2. Largo de hojas	46
4.3. Ancho de hojas cada 15 días.....	47
4.4. Peso de la planta a la cosecha	48
4.5. Peso de tallo + raíz	49
4.6. Peso real de la planta	50
4.7. Diámetro del tallo	51
4.8. Largo de raíz.....	52
4.9. Costos de producción y análisis económico por tratamiento	56
4.10. Discusión	57
CAPÍTULO V.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. Conclusiones	57
5.2. Recomendaciones	58
CAPÍTULO VI.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	59
6.1. Literatura Citada	61
CAPITULO VII.....	64
ANEXOS	64
7.1. Anexos.....	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Pág.
1. Condiciones meteorológicas de la zona experimental para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	35
2. Materiales y equipos utilizados para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	36
3. Tratamientos para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	37
4. Esquema del experimento para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	37
5. Delineamiento experimental para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	38
6. Esquema de análisis de varianza para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	38
7. Número de hojas cada 15 días para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	45
8. Largo de hojas cada 15 días para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	46
9. Ancho de hojas cada 15 días para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	47
10. Peso de la planta a la cosecha para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	48

11.	Peso de tallo + raíz para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	49
12.	Peso real de la planta para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	50
13.	Diámetro del tallo para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	51
14.	Largo de raíz para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	52
15.	Costo de producción y análisis económico por tratamiento para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (<i>Láctica sativa</i>) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1. Estadística varianza	65
2. Fotografías	74

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la Finca “San Antonio” recinto La Laguna, Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos, cuyas coordenadas geográficas son S 1° 26´ 34” y W 79°26´54”, a una altura de 73 msnm. El experimento mantuvo una duración de 120 días. Para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río, los tratamientos fueron T1(Green máster), T2 (Biotek), T3 (Evergreen) y T4 (NPK – testigo), los mismos que se ubicaron en un diseño en un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Para determinar diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$) de probabilidad además se efectuó el análisis económico a cada uno de los tratamientos. Los mejores resultados en relación a la variable número de hojas, peso de tallo + raíz, peso real de la planta, diámetro del tallo, a los 45 días, los presentó el tratamiento T3 (Evergreen) con valores de 18,31 unidades, 16,34 gr, 174,78 gr, 3,94 mm, respectivamente, mientras que los mejores valores demostrados de acuerdo a la variable largo de hoja, ancho de hoja fue en el T2 (Biotek) con 19,36 cm, y 18,02 cm, consecutivamente el tratamiento que brindó mejor peso a los 45 días es decir en días de cosecha fue el T3 (Evergreen) con 191,13 gr por planta al igual que la mejor relación Beneficio / Costo, demostrando que por cada dólar invertido existe una ganancia de \$0,24.

Palabras claves: Nutrientes, sustancias, lechuga, sustrato.

SUMMARY

This research was conducted at the farm "San Antonio" exhibition La Laguna, Canton Ventanas, Los Rios Province, whose geographical coordinates are S 1 26' 34 "W 79 ° 26'54", to a height of 73 m . The experiment had a duration of 120 days. To evaluate the different nutrients in the lettuce crop (*Lactuca sativa*) in rice hull substrate over river sand, the treatments were T1 (Green master), T2 (Biotek), T3 (Evergreen) and T4 (NPK - witness), the same that were placed in a design in a completely randomized design (CRD) with four treatments and four repetitions. To determine differences in treatment means the multiple range test of Tukey ($P \leq 0.05$) probability also economic analysis was performed for each of the treatments was used. The best results in relation to the variable number of leaves, stem + root weight, actual weight of the plant, stem diameter, within 45 days, present the T3 (Evergreen) treatment with values of 18.31 units, 16 , 34 g, 174.78 g, 3.94 mm respectively, while the best values demonstrated according to variable sheet length, sheet width was in the T2 (Biotek) with 19.36 cm, and 18, 02 cm, consecutively the treatment provided better weight at 45 days ie harvest days was the T3 (Evergreen) with 191.13 grams per plant as well as the best cost / benefit ratio, showing that for every dollar invested there a gain of \$ 0.24.

Keywords: Nutrient, substance, lettuce, substrate.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Hoy en día el mercado de lechuga exige un producto con condiciones favorables para la salud, es por ello que se han implantado estándares de calidad, siendo esto una dificultad para el Ecuador, puesto que la agricultura en su mayoría es a base de productos agroquímicos ya prohibidos en Norte América, Europa y Asia **(Sánchez, 2009)**.

En el Ecuador la producción hortícola está proyectándose con gran éxito en los mercados locales así también en los grandes mercados internacionales, esto se debe a su reconocida calidad, lo que está motivando que cada vez más agricultores incursione en la producción de hortalizas **(Guamán, 2010)**.

Se entiende por sustrato al material sólido natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o mezclado, permite el anclaje del sistema radical, que desempeña así un papel de soporte para la planta, interviniendo o no en el proceso de nutrición mineral de la planta **(Cinco, 2010)**.

Una de las ventajas que representa el uso de los sustratos es la disponibilidad y menor costo, y más aún los de origen orgánico dada la tendencia al manejo de sistemas de producción con enfoque sustentable. En las regiones de México hay diversas actividades tales como la minera, la industrial y la agropecuaria, que producen materiales de desecho, los cuales pueden ser explotados como sustratos, aunque algunos de ellos deban de pasar por un proceso de acondicionamiento previo a su utilización **(Cruz, 2012)**.

Dado el escaso conocimiento sobre la utilidad para la producción agrícola de diversos materiales en algunas regiones del país su explotación es escasa, por lo que es importante difundir qué es un sustrato así como los requerimientos a considerar para su uso y las ventajas del mismo. Es importante enfatizar que antes de decidir por el uso de un sustrato se debe caracterizar, es decir, analizar sus diferentes propiedades; también, se deben considerar diversos factores como el físico, económico y ecológico. Hay que indicar que, para que verdaderamente esto se produzca, el resto de factores productivos

(Temperatura, humedad relativa del aire, luz, frecuencia de aporte de agua, nivel carbónico y estado sanitario) deben estar en unos valores adecuados (Cruz, 2012).

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

1.2.2. Específicos

- ✓ Determinar el comportamiento agronómico de la planta de lechuga (*Láctica sativa*) aplicando distintas sustancias nutritivas.
- ✓ Identificar el tratamiento más apropiado para el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*).
- ✓ Analizar económicamente los tratamientos en estudio

1.3. Hipótesis

- ✓ Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (*Láctica sativa*).
- ✓ Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá el mejor beneficio económico en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*).

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Lechuga Irazú largo

Es la hortaliza más importante del grupo de los vegetales de hojas que se comen crudas en ensaladas. Es ampliamente conocida en el mundo y se cultiva en casi todos los países. Esta planta herbácea es originaria de la cuenca del Mediterráneo y utilizada por los egipcios desde hace 3.000 años. Su ciclo productivo varía entre y cuatro meses **(Duran, 2006)**.

Es muy fácil de cultivar y de manejar, y por consumirse cruda es de simple preparación y no pierde su valor nutritivo. Al igual que la mayor parte de las hortalizas es exigente en el empleo de mano de obra. Los griegos y los romanos de la prehistoria conocieron la lechuga. Heródoto hace constar que ya para el siglo IV al siglo V a. C., los persas la cultivaban. Existen pinturas con forma de lechuga que se remontan al 4.500 a. C **(Duran, 2006)**.

2.1.2. Taxonomía y morfología

Familia: Compositae (Compuestas).

Especie: Láctica sativa.

Nombre común: lechuga **(Duran, 2006)**.

2.1.2.1. Planta

La lechuga es una planta herbácea anual, de rápido crecimiento, que cuando se encuentra en su etapa juvenil contiene en sus tejidos un jugo lechoso de látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta **(Duran, 2006)**.

2.1.2.2. Tallo

Es cilíndrico y ramificado **(Duran, 2006)**.

2.1.2.3. Sistema radicular

La raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones. La raíz principal llega a medir hasta 1,80 m por lo cual se explica su resistencia en la sequía **(Duran, 2006)**.

2.1.2.4. Flores

Sus flores están agrupadas en ramilletes o corimbos de color amarillo pálido **(Duran, 2006)**.

2.1.2.5. Hojas

Las hojas están colocadas en rosetas, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otra se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado **(Duran, 2006)**.

2.1.3. Origen y aprovechamiento

El cultivo de la lechuga se conoce desde la antigüedad. Aunque existe cierta controversia al respecto, se la supone originaria del área comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates, en Oriente Próximo. Pasó a América en el siglo XVII. En la actualidad contamos con gran número de cultivares morfológicamente distintos, adaptados a diferentes climas y formas de cultivo. La lechuga presenta un elevado contenido de vitaminas y constituye una de las hortalizas básicas para la elaboración de ensaladas **(Ruano & Sánchez, 2005)**

2.2. Descripción botánica

Se trata de una planta anual, que dispone de un sistema radicular profundo y hojas dispuestas en cogollo, más o menos apretados en función del cultivar. La forma de las hojas es una característica y varía desde las redondas hasta las ovaladas, con los bordes lisos y rizados. El tallo, de forma cilíndrica, se desarrolla después de que la planta termina su fase de aprovechamiento comercial. Se ramifica hacia el final y da lugar a numerosas hojas y flores

amarilla, dispuestas en capítulos. La polinización es autógama **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

2.3. Diversidad genética

Los cultivares comerciales de lechuga pertenecen a diversas variedades. Las hojas de *Láctica sativa* L. var. longifolia Lam. No crean cogollo y tienen forma lanceolada. Las de la *L. sativa* L. var. capitata L. forman un cogollo apretado. En esta variedad podemos distinguir los cultivares con hojas consistentes, de textura fuerte, y los de hojas mantecosas, de consistencia débil. Por último, la *L. sativa* L. var. anybacea Hort, tiene las hojas más sueltas **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

En cada una de esta variedades, los distintos cultivares se clasifican en función de la fecha de recolección y de su actitud para formar cogollos **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

2.4. Agroecología

El cultivo de lechuga se desarrolla mejor en lugares abiertos y soleados. Prefiere el clima frío, aunque existen variedades que se desarrollan bien en climas cálidos. La temperatura promedio para este cultivo oscila entre los 12 y los 24° C, si se presentan temperaturas por debajo de los 7° C, durante más de diez días, hay emisión prematura de tallos florales lo cual perjudica la producción. Un exceso de frío conlleva al enrojecimiento de las hojas. La alta humedad origina la pudrición basal, producida por el hongo *Sclerotinia* sp.; los malos drenajes crean el medio propicio para que se desarrolle esta enfermedad **(Duran, 2006)**.

La lechuga como planta anual entra en floración en el mismo ciclo, es efecto lo dan también las temperaturas altas. La floración prematura se manifiesta más acentuadamente en la lechuga de hoja suelta y las arrepolladas suaves **(Duran, 2006)**.

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, con alto contenido de materia orgánica. El estiércol bien descompuesto y el compost revuelto con tierra favorece este cultivo. El sistema radicular de la lechuga es muy extenso y por eso los suelos que retienen bien la humedad, pero que a la vez tienen buen drenaje, son los mejores **(Duran, 2006)**.

Las lechugas de verano se pueden sembrar directamente desde principios de primavera hasta mediados de verano en un suelo bien rastrillado. El suelo debe ser cálido y húmedo, y si es necesario hay que regar ligeramente antes de la siembra. Si se habita en una zona de clima cálido, una posición a media sombra es mejor que a plenos sol. La sombra que ofrece las plantas más altas, como tomates o judías encañadas, puede ser una protección adecuada contra el sol **(Duran, 2006)**.

La lechuga se adapta a climas muy diversos, aunque prefiere aquello en los que la temperatura efectúa entre los 15° y los 20° C. En la formación de cogollos influyen directamente las condiciones térmicas. Así, las temperaturas altas dan lugar al desarrollo prematuro del tallo y a la floración; ello deprecia el producto y provoca un sabor amargo. Las bajas, por su parte, ocasionan daños en las hojas, lo que también rebaja su valor comercial **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

La planta prefiere los suelos de textura media, que no presenten problemas de retención y evacuación de agua, y tolera los ligeramente salinos **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

2.5. Técnicas de cultivo

Con la preparación del terreno se pretende obtener un suelo con buena capacidad de drenaje y una mullida capa superficial. Una fertilización de tipo medio consta de entre 15 y 20 t/ha de estiércol, que debe añadirse en el cultivo anterior o estar muy descompuesto; entre 60 y 120 kg/ha de N; de 30 a 50 kg/ha de P₂O₅ y de 100 a 150 kg/ha de K₂O. El nitrógeno debe fraccionarse en tres o cuatro aportaciones; el resto de los nutrientes se aplica como abono de fondo **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

El cultivo se establece generalmente por trasplante, después de haber superado una fase de semillero, aunque también se emplea la siembra directa. El trasplante se lleva a cabo cuando las plantas tienen siete hojas, lo que suele ocurrir pasado un mes desde la siembra. Cualquiera que sea la técnica elegida, la densidad final debe rondar las 150000 planta/ha, por lo que, en caso de optar por la siembra directa, se necesitan operaciones de aclareo para conseguir dicho número de plantas por hectárea **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

Si se cultivan variedades de tipo otoñal, la siembra se hará a mediados de verano, para cosechar a finales de otoño. Si el ciclo es invernal, habrá que sembrar a finales de verano y se recolectará durante el invierno. Cuando es primaveral, se siembra a mediados del invierno y se cosecha al final del invierno o a principios de la primavera. Por último, cuando el ciclo es estival, se siembra de primavera y se cosecha en verano **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

La lechuga precisa riego en las primeras fases del cultivo para asegurar la nacencia, cuando se trata de siembra directa, y el agarre de la plántula, si se hubiera llevado a cabo el trasplante. **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

2.6. Manejo del cultivo

2.6.1. Fertilización

La fertilización de la lechuga se lo debe realizar en base al análisis del suelo, con la interpretación respectiva de aplicación ya sea en banda lateral a 10 cm de las plantas a fin de poner los nutrientes a disposición de las plantas para su asimilación **(Sanchez, 2009)**.

2.6.2. Riego

La frecuencia de los riegos es muy variable, dependiendo de las características del suelo y de las condiciones climáticas. Los sistemas de riego empleados son: riego por aspersión, riego por inundación y sistema mixto **(Sánchez, 2009)**.

2.7. Plagas y enfermedades

Las lechugas presentan sensibilidad a los ataques de insectos del suelo, que se alimentan de las raíces y las partes verdes de las plantas jóvenes. Pueden controlarse aplicando al suelo insecticidas granulados. También las atacan los comedores o picadores de hojas, que se controlan por medio de insecticidas sistémicos. Ocasionalmente, producen también graves daños en el cultivo los caracoles y los limacos; se eliminan con cebos envenenados **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

Las enfermedades más importantes de las que afectan a la lechuga son el mildiu (*Bremia lactucae* Regel) y la pudrición del cuello (*Sclerotinia sclerotium* [Lib.] De By.). La primera afecta las hojas y se combate con aplicaciones de zineb, captán, folpet, etc., o con productos penetrantes sistémicos, como el cruzarte o el metalaxil. La segunda provoca la aparición de podredumbres blandas en el cuello de las plantas. Su control pasa por el establecimiento de rotaciones adecuadas, la desinfección del suelo con PNCB y la pulverización de las plantas con vilclozolina, carbendazim, benomilo o sustancias similares **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

2.7.1. Plagas más frecuentes

Entre las plagas más frecuentes se encuentran las siguientes:

- Gusanos.- Los gusanos son los hijos de las mariposas y nacen 4 o 5 días después de que ellas han puesto sus huevos por detrás de las hojas.
- Pulgones.- Los pulgones son insectos o pequeños mosquitos de diferentes colores, generalmente son verdes o negros. Estos chupan la savia de las plantas y con sus picaduras hacen que las hojas y brotes tiernos se amarillen, se enrosquen y se sequen.
- Babosa.- Se presentan en abundancia en épocas lluviosas. Cuando haya humedad permanente. Son activas durante la noche y se esconden

en sitios oscuros. Las babosas comen las hojas de la mayoría de las hortalizas.

- Insectos benéficos.- En los huertos tenemos insectos que no causan daño, sino que se alimentan de los huevos, gusanos pequeños y hasta de insectos plaga adultos. En este grupo están: las chinitas, los mata piojos y las avispas.
- Chinitas.- Las chinitas se alimentan de los pulgones, por lo tanto nos ayudan a controlar una plaga en forma natural. Las chinitas son insectos de vistosos colores, hay rojas, verdes amarillas y anaranjadas y tienen puntitos negros. Miden de 8 a 10 mm **(Palomino, 2008)**.

2.7.2. Enfermedades más frecuentes

2.7.2.1. Pudrición blanda

La pudrición blanda es una de las enfermedades más destructivas y en muchas de las plantas suculentas se presenta tanto en el cultivo como en almacenamiento; causa “dumping-off” en semilleros, y pudrición en plantas adultas **(Sanchez, 2009)**.

2.7.2.2. Moho gris

El moho gris, invade el huésped por penetración directa a partir del micelio originando en los esclerocios o por esporas, las cuales son diseminadas por el viento, el agua de riego, las herramientas, partes de las plantas o por los animales **(Sanchez, 2009)**.

Después de la penetración en la planta, el hongo invade el tejido necrosándolo; luego se forman los esclerocios sobre la superficie afectada o también puede aparecer una capa grisosa, afelpada, constituida por las fructificaciones del hongo **(Sanchez, 2009)**.

2.7.2.3. Mildiu velloso

El mildiu puede atacar a la lechuga a lo largo de todo su desarrollo, de manera que los primeros síntomas pueden ya observarse sobre los cotiledones, que una vez infectados amarillean, se sacan y mueren prematuramente (**Sanchez, 2009**).

Las plantas atacadas 35 quedan debilitadas y naturalmente son entonces más sensibles a cualquier otro parásito (**Sanchez, 2009**).

2.7.2.4. Antracnosis

La antracnosis se caracteriza por la presencia de lesiones pequeñas del tamaño de la cabeza de un alfiler, crecimiento rápido hasta formar manchas angulares o circulares de color cereza de aproximadamente cuatro milímetros de diámetro; en las manchas viejas los centros se caen dando la apariencia de un orificio de perdigón (**Sanchez, 2009**).

2.7.2.5. Botrytis

Los ataques pueden presentarse en plantas pequeñas en fase de semillero provocando enseguida la muerte de estas o incluso llegando a impedir su emergencia. En plantas jóvenes lo más corriente es que inicie el ataque por la base de las hojas que, una vez afectadas, caen al suelo con lo que favorecen el desarrollo de parásito (**Sanchez, 2009**).

2.8. Control de malezas

El control de las malas hierbas tiene un interés primordial; para lograrlo se realizan operaciones de escarda, tanto manual como química. En este caso se emplean productos a base de benfluralina, clorprofam, carbetamida y propizamida (**Ruano & Sánchez, 2005**).

2.9. Recolección

El blanqueo de las hojas se lleva a cabo en aquellas variedades que no forman un verdadero cogollo. Para conseguirlo, se atan los ápices de las hojas exteriores, de manera que protejan a las interiores de la acción de la luz solar y permitan su decoloración **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

En la recolección se conjugan el trabajo manual y el mecánico. Mientras el personal especializado corta las lechugas por la base de las hojas, otros operarios las levantan y las depositan en vehículos autopropulsados, donde se realiza la clasificación, la limpieza y el empaquetado del producto para su comercialización. Se considera que entre 30 y 40 t/ha constituye un valor de producción adecuado en el caso de lechugas cultivadas en campo. Para la producción continua de lechugas se recurre al empleo de invernaderos y sistemas de control de temperatura y humedad **(Ruano & Sánchez, 2005)**.

2.10. Fertilizantes orgánicos

2.10.1. Descripción

Los abonos orgánicos son materiales de origen natural en contraposición a los fertilizantes de industrias de síntesis. La calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y de su proceso de preparación. Se califica según su potencial de vida no según su análisis químico **(Cajamarca, 2012)**.

No puede haber agricultura orgánica sin materia orgánica en el sistema de producción. De igual manera, no puede existir agricultura de larga duración en condiciones ecuatoriales sin abonos orgánicos **(Cajamarca, 2012)**.

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del

procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados **(Cajamarca, 2012)**.

2.10.2. Origen y forma de obtención de los abonos orgánicos

La procedencia de los abonos orgánicos y su dinamismo es muy diferente según hablemos de ecosistemas naturales con vegetación permanente o hablemos de ecosistemas agrícolas, aun así, para ambos, la fuente originaria de lo que entendemos como abonos orgánicos serán mayoritariamente desechos de origen animal, vegetal o mixto **(Cajamarca, 2012)**.

Como se obtienen los abonos orgánicos Los abonos orgánicos son productos naturales que se obtienen de la descomposición de los desechos de las fincas y que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas **(Cajamarca, 2012)**.

2.11. El sustrato

El sustrato es un medio sólido inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. Describe a un sustrato como todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta **(Llerena, 2007)**.

El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. La granulación (dimensión de las pequeñas partículas de las que está compuesto el sustrato) debe ser tal que permita la circulación de la solución nutritiva y del aire. Un sustrato excesivamente fino se vuelve compacto, en especial cuando está húmedo, e impide el paso del aire. En general la experiencia señala como mejores aquellos sustratos que permiten la

presencia del 15 al 35 % de aire y del 20 al 60 % de agua en relación con el volumen total **(Llerena, 2007)**.

El sustrato es un material sólido e inerte, cuya principal función es contener las plantas, otra función adicional es también la de contener el agua y los nutrientes que requiere la planta para su desarrollo **(Bedoya & Pacheco , 2013)**.

2.11.1. Funciones de los sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta **(Ilbay, 2012)**.

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos **(Ilbay, 2012)**.

Según Palomino las características del sustrato son:

- No debe descomponerse con facilidad.
- No debe contener elementos nutritivos.
- No debe contener organismos perjudiciales (hongos, bacterias, etc.).
- No debe contener residuos industriales humanos.
- Si debe retener la humedad.
- Si debe tener buen drenaje.
- Si debe ser liviano.
- Si debe ser abundante y fácil de conseguir, transportar y abundante.
- Si debe ser de bajo costo.
- Si debe permitir la aireación de las raíces.
- Cernir el sustrato.
- Triturar las partículas grandes.

- Llenar el almaciguero con el sustrato.
- Sacar las partículas grandes que hayan quedado **(Palomino, 2008)**.

2.11.2. Propiedades de los sustratos

2.11.2.1. Aireación del sistema radicular

Una importante condición para el éxito en los cultivos es la respiración suficiente de las raíces. Algunas plantas requieren altas presiones parciales de oxígeno en el ambiente radicular como las orquídeas y los anturios, otras requieren menores tensiones como las rosas y los claveles. En consecuencia, el tipo de sustrato y en especial su granulometría son de fundamental importancia. Las raíces respiran el oxígeno contenido en los poros del sustrato. Un adecuado drenaje garantiza la respiración de las raíces en la cascarilla de arroz. El empleo de un sustrato con estructura estable muy poroso y la aireación complementaria de la solución, evitan el peligro de la falta de oxígeno en la zona radicular, siendo ésta aún mejor que la obtenida en los suelos naturales **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.2. Espacio poroso

El espacio poroso de un sustrato se subdivide de acuerdo con el tamaño de los poros en macroporos, ($> 200 \mu\text{m}$), mesoporos ($200 - 30 \mu\text{m}$) y microporos ($< 30 \mu\text{m}$). El agua gravitacional circula ampliamente por los macroporos y aun por los mesoporos. El movimiento se va restringiendo paulatinamente a medida que disminuye el tamaño de los poros y finalmente el agua retenida en los poros menores de $30 \mu\text{m}$ es de muy poca circulación. Estos son los poros que retienen el agua. Entre más pequeños retendrán el agua con mayor fortaleza **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.3. Estabilidad física

La estabilidad física será la que determine si se mantiene con el tiempo una porosidad correcta, dependiendo de la velocidad de disgregación y descomposición del material **(Llerena, 2007)**.

Esta deberá ser lo más lenta posible. Los materiales más inadecuados son aquellos que se disgregan fácilmente con la acción del agua. La cascarilla de arroz quemada se disgrega más lentamente que la cascarilla de arroz cruda. Esto debido a que los microorganismos (bacterias) atacan con menos facilidad el carbón resultante de la cascarilla de arroz quemada. Experiencias con sustratos de cascarilla de arroz cruda en el cultivo de rosas, han presentado un aumento progresivo de la retención de humedad durante tres años, viéndose comprometida la oxigenación radicular y el manejo del riego **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.4. Inerte químicamente

Desde el punto de vista químico, el sustrato también deberá satisfacer ciertas condiciones. Deberá ser químicamente inactivo, o sea, no absorber ni suministrar ningún elemento nutritivo, puesto que esto representaría una alteración en la solución nutritiva **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.5. Debe ser inerte biológicamente

El sustrato debe ser, a diferencia del suelo, un medio carente de actividad biológica; en este sentido, cualquier presencia de insectos o patógenos tendría un carácter explosivo, ante la total ausencia de controles naturales. En cuanto a la parte biológica al comienzo del cultivo, el sustrato deberá estar libre de plagas o enfermedades; es peligroso, por tanto, cualquier material que contenga tierra o compost no desinfectados pues los daños por patógenos como nemátodos o fusarium podrían ser fatales en este caso. Este riesgo puede ser superado mediante una cuidadosa desinfección. Cuando se recurre al uso de mezclas que contienen suelo se deberá realizar una cuidadosa selección del suelo a usar y de ser posible, una desinfección por medio del vapor, agua hirviendo o algún desinfectante químico **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.6. El drenaje

Todo tipo de sustrato que se esté utilizando, deberá permitir un buen drenaje. Cuando una planta requiere mayor cantidad de agua, se proporciona más cantidad de riegos, pero nunca se debe inundar el sustrato con el fin de ahorrar riegos, ya que esto va contra la disponibilidad de oxígeno **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.7. La capilaridad

Consiste en la capacidad que tiene un sustrato para absorber agua a través de los microporos y de transportarla en todas las direcciones. La más crítica de las direcciones es la vertical, ya que en ella se realiza el transporte de agua en contra de la gravedad. Por tal motivo se denomina capilaridad ascensional **(Llerena, 2007)**.

Esta propiedad es esencial cuando se usa un sistema de riego por goteo, en el cual se necesita que el agua se distribuya horizontalmente a partir del punto del goteo **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.8. Debe estar disponible

Esta es una condición lógica, pero a veces no tenida en cuenta, en muchas ocasiones el sustrato ideal no está disponible en el medio y se olvide de los recursos de la región, que eventualmente podrían reemplazarlo **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.9. Ser de bajo costo

Generalmente, este factor determina, antes que otras condiciones, el sustrato a utilizar y usualmente el principal factor de costos es el de transporte, lo que lleva a analizar, dentro de las posibilidades y las condiciones del sitio de cultivo, cuál es la escala de costos que implica uno u otro sustrato **(Llerena, 2007)**.

A partir de estas condiciones, se puede hacer un buen recorrido por diferentes clases de sustratos, con los cuales se ha trabajado, haciendo claridad de que

no son los únicos posibles de utilizar, ni siquiera necesariamente los mejores; en este campo la imaginación del cultivador, juega un papel muy importante **(Llerena, 2007)**.

2.11.2.10. Mezclas

Una alternativa razonable para trabajar con los sustratos, es realizar mezclas en diferentes proporciones. La arena, la escoria o piedra pómez, son excelentes mezcladores para garantizar la distribución de la humedad, pero sus proporciones y elementos dependen del análisis de las características de cada componente en partícula **(Llerena, 2007)**.

Las proporciones (en volumen) de cada uno de los diferentes ingredientes empleados siempre deberán buscar un acuerdo con las características Sin embargo las mezclas más sueltas podrán servir para cultivos bajo techo y las mezclas más pesadas podrán utilizarse para cultivos al aire libre **(Llerena, 2007)**.

2.11.3. Cultivo en sustrato

- Para sembrar directamente o trasplantar se empieza ubicando el contenedor, dándole la pendiente necesaria para el drenaje.
- Humedecer uniformemente el sustrato con agua limpia y remover.
- Llenar el contenedor con el sustrato con una altura de 2 centímetros por debajo del borde.
- Retirar las partículas muy grandes y nivelar.
- Desprender las plantitas de la almáciguera y trasplantar de acuerdo a las distancias recomendadas. Haga un hoyito y coloque la plantita cuidando que sus raíces estén rectas.
- Preparación el nutriente. En un litro de agua ponga 5 cc de solución concentrada A y 2 cc de solución concentrada B.
- Regar con 3 litros de solución nutritiva por metro cuadrado 6 días a la semana, menos uno, que puede ser el domingo. Este día regar con agua duplicando la cantidad de ella.

- Si es necesario, regar sólo con agua en la tarde para mantener húmedo el sustrato **(Palomino, 2008)**.

2.11.4. Clasificación de los sustratos

Existe un elevado número de materiales para ser utilizados como medios de cultivo de las plantas desarrolladas sin suelo. La elección de un material u otro vendrá determinada por varios factores: la disponibilidad del mismo, la finalidad de la producción, su costo, las propiedades físico-químicas y las experiencias previas en su utilización. Los sustratos pueden clasificarse en orgánicos (de origen natural, de síntesis, de subproductos o de residuos agrícolas, industriales y urbanos) e inorgánicos o minerales (de origen natural, transformados o tratados, y residuos o subproducto industriales) **(Llerena, 2007)**.

2.11.4.1. Sustratos orgánicos

2.11.4.1.1. La cascarilla de arroz

Es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, dado su alto contenido de sílice. Es liviano y su principal costo es el transporte, dado que para los molineros es un desecho. Se presenta como material liviano, de buen drenaje, buena aireación, pero presenta una baja retención de humedad inicial y es difícil conservar la humedad homogéneamente cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas. **(Llerena, 2007)**.

A medida que envejece va aumentando su capacidad de retención de humedad. Simultáneamente adquiere un color café oscuro y se siente más suave al tacto. En estas condiciones la cascarilla puede seguir siendo utilizada durante varias cosechas, siempre y cuando se reponga la que se pierde al eliminar las raíces de la cosecha anterior **(Llerena, 2007)**.

2.11.4.2. Sustratos Inorgánicos

2.11.4.2.1. Arena

Las diversas arenas existentes, la de río es la más adecuada como sustrato para los cultivos. Sin embargo, su costo suele ser elevado en algunas localidades y por tanto se utiliza normalmente sólo para ensayos o donde ésta es muy económica. El tamaño de los granos deberá estar comprendido entre 0.5 y 2 milímetros.

2.11.5. Elementos esenciales

A parte de la energía solar, el CO₂ y el agua, la planta requiere diversos elementos minerales que le son imprescindibles para su desarrollo. Es así, como en la literatura encontremos los “elementos o nutrientes esenciales”. Tres de ellos (C, H, O₂) son apartados del aire y agua, los trece restantes provienen de sustancias que se adicionan al sustrato o al agua del medio, para lo cual se debe mantener en un nivel suficiente y en condiciones asimilables, para que las plantas los puedan absorber en las cantidades que lo requieran. Estos son: Nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, hierro, cloro cobre, manganeso, molibdeno, boro, zinc **(Taíz & Zeiguer , 2006)**

2.11.5.1. Nitrógeno

Es el fertilizante que más influye en el crecimiento y rendimiento de las plantas, es constituyente de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos, también forma parte de la molécula de clorofila. Una adecuada cantidad de nitrógeno produce un rápido crecimiento y de un color verde oscuro, o que es una señal de una fuerte actividad fotosintética de la planta **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

Un exceso alarga la vegetación y los fruto tardan en madurar, además el fruto tiene menos aguante al transporte, en tomate se aprecia un color deslavado del fruto, jaspeado; mayor sensibilidad a las plagas y enfermedades, los tejido verdes y tiernos son fácilmente parasitados; aumenta la sensibilidad del suelo y

los efectos de sequía; favorece las carencias de cobre, hierro y boro (**Taíz & Zeiguer, 2006**).

2.11.5.2. Fósforo

Participa en la constitución de los ácidos nucleicos (ADN y ARN), además cumple un rol en la transferencia y almacenaje de energía (ATP). Una adecuada cantidad de consistencia a los tejidos, favorece la floración, fecundación, fructificación y maduración, influye en la cantidad, peso y sanidad de semillas y frutos, favorece el desarrollo del sistema radicular, participa en la actividad funcional de la planta (fotosíntesis), es un factor de precocidad, es un elemento de cualidad, haciendo las plantas más resistentes a plagas y enfermedades (**Taíz & Zeiguer, 2006**).

Puede provocar carencia de cobre, cinc, hierro y boro. Su deficiencia se manifiesta en una disminución de crecimiento, madurez retardada, poco desarrollo de granos y frutos, hojas de color verde oscuro con puntas muertas, coloración rojo-púrpura en zonas de follaje (**Taíz & Zeiguer, 2006**).

2.11.5.3. Potasio

Es activador de muchas enzimas esenciales en fotosíntesis y respiración, activa enzimas necesarias para formar almidón y proteínas, favorece la formación de hidratos de carbono, aumenta el peso de granos y frutos, haciéndolos más ricos en azúcar y zumo, mejorando su conversión, favorece la formación de raíces, y las plantas resisten mejor la sequía, es un elemento de equilibrio y sanidad, aportando mayor resistencias a las heladas, a las plagas y a las enfermedades (**Taíz & Zeiguer, 2006**).

Su deficiencia se manifiesta por un enrollamiento hacia arriba del borde de las hojas acompañado por una quemadura de color café en las puntas y márgenes comenzando por las más maduras, también presenta tallos débiles que favorecen la tendidura, frutos pequeños, semillas arrugadas y crecimiento lento, puede inducir carencias de magnesio, cobre, cinc, manganeso y hierro (**Taíz & Zeiguer, 2006**).

2.11.5.4. Calcio

Constituye una parte esencial de la estructura de la pared celular y es indispensable para la división celular, favorece el crecimiento, da resistencia a los tejidos vegetales, desarrolla el sistema radicular, influye en la formación, tamaño y maduración de frutos. Su deficiencia no es común, siendo los síntomas de esta la muerte de los puntos de crecimiento, coloración anormal del follaje, caída prematura de brotes y flores y debilitamiento de los tallos **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

Su exceso produce un aumento en el pH y dificulta la absorción de algunos elementos, como el potasio, boro, hierro y manganeso, y forma fosfatos insolubles con el fósforo **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.5.5. Azufre

Favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas, si hay carencias, la fructificación no es completada, es un componente de las proteínas y enzimas, interviene en los procesos de formación de clorofila, favorece la formación de nódulos en las raíces de las leguminosas **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

El síntoma de deficiencia se identifica en hojas jóvenes mediante el color verde claro o amarillento pudiendo algunas plantas verse afectadas los tejidos más viejos también, plantas pequeñas y alargadas, crecimiento retardado y retraso en la madurez, aumenta salinidad de los suelos **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.5.6. Magnesio

Es uno de los componentes principales de la clorofila, por lo que su carencia reduce la formación de hidratos de carbono, así como la capacidad productiva de las plantas, hace las plantas más resistentes a heladas y enfermedades, los frutos hacen gran consumo de este elemento, por lo que no es raro encontrar carencias en un agricultura intensiva **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

La deficiencia de magnesio provoca en la planta una clorosis invernal en las hojas y necrosis en los márgenes, manteniéndose verde el área a lo largo del nervio central, los márgenes de las hojas se curvan hacia arriba produciendo grandes defoliaciones **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.5.7. Fierro

Este elemento es de suma importancia debido a que forma parte de enzimas y numerosas proteínas que acarrean electrones durante la fotosíntesis y respiración **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

La deficiencia de fierro provoca la inhibición rápida de la formación de clorofila provocando una clorosis intervenal pronunciada, presentando primero en hojas jóvenes; en ciertas ocasiones es enseguida de una clorosis venal. En casos severos las hojas se ponen blancas, con lesiones necróticas **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.5.8. Cloro

El Cl⁻ es un nutriente vital, es esencial para la vida de las plantas. El Cl⁻ está involucrado en muchas reacciones energéticas de la planta, específicamente en la descomposición química del agua en presencia de la luz solar y en la activación de varios sistemas enzimáticos. Este nutriente está también involucrado en el transporte de cationes... como el potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg)... dentro de la planta, regulando la apertura y cerrado de las células guardianas en los estomas, controlando de esta forma la pérdida de agua y el estrés de humedad y manteniendo la turgencia **(Ipni, 2014)**.

La investigación ha demostrado que el Cl reduce el efecto de las enfermedades radiculares causadas por hongos, como la pudrición de la raíz en los cereales de grano pequeño, cultivos en los cuales también ayuda a suprimir las infecciones causadas por hongos en las hojas y en la panoja. La menor incidencia de la pudrición del tallo en el maíz ha sido relacionada con una adecuada cantidad de Cl⁻ en el suelo. Se especula que el Cl compite con la absorción de nitratos (NO₃⁻), esto promueve el uso de amonio (NH₄⁺) por

las plantas. Altas concentraciones de NO₃ - en las plantas han sido relacionadas con la severidad de las enfermedades fungosas **(Ipni, 2014)**.

El Cl⁻ puede aplicarse al voleo antes de la siembra o en banda superficial cierto tiempo después, junto con el nitrógeno (N). Estudios conducidos en cereales de grano pequeño en Kansas y Oregon (E.U.A.) no han demostrado diferencias significativas en rendimiento en relación con la época de aplicación del Cl⁻ . Sin embargo, información obtenida en Texas demuestra que una alta precipitación pluvial en el invierno, reduce el efecto residual en suelos arenosos, debido a la alta movilidad del Cl⁻ en estos suelos **(Ipni, 2014)**.

2.11.5.9. Manganeso

Activador de una o más enzimas en la síntesis de ácidos grasos, las enzimas responsables en la formación del ADN y ARN de las enzimas deshidrogenadas del ciclo de Krebs. Participa directamente en la fotosíntesis, en la formación de oxígeno desde el agua y en la formación de clorofila **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.5.10. Boro

Tiene un papel no muy bien entendido en las plantas, ya que puede ser requerido para el transporte de carbohidratos en el floema **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.5.11. Zinc

Requerido para la formación del ácido indolacético en el grupo hormonal de las auxinas. Activa la deshidrogenasa del alcohol de las enzimas, la deshidrogenasa del ácido láctico, la deshidrogenasa del ácido glutámico y la carboxipeptidasa **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.5.12. Cobre

Actúa como portador del electrón así como parte de ciertas enzimas. Está implicado en fotosíntesis y también en la oxidación del polifenol y la reductasa

en compuestos de nitrato. Puede estar implicado en la fijación del nitrógeno **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.5.13. Molibdeno

Actúa como portador del electrón en la conversión del nitrato a amonio y es también esencial para la fijación de nitrógeno **(Taíz & Zeiguer, 2006)**.

2.11.6. Solución nutritiva (SN)

La SN es la base de la alimentación de las plantas y para su óptimo desarrollo los nutrientes minerales se incorporan en agua. La solución más reconocida es la del Dr. Abram A. Steiner, que consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica **(Matos, 2011)**.

La SN debe tener seis macro nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Estos pueden ser apartados por medio de tres sales inorgánicas: nitrato cálcico, fosfato potásico y sulfato magnésico **(Matos, 2011)**.

También es necesaria la presencia de siete micronutrientes: hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno y cloro **(Alpízar, 2006)**.

Comúnmente las plantas absorben estos elementos del suelo por medio de las raíces. Sin embargo, en la hidroponía no se utiliza el suelo, razón por la cual es necesario aplicar la solución nutritiva que contiene los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas **(Alpízar, 2006)**.

La cantidad de nutrientes que requieren las plantas depende de la especie, variedad, etapa fenológica y condiciones ambientales **(Alpízar, 2006)**.

2.12. Fertilización

Se determinan de acuerdo a un análisis de suelo, recomendando realizar fertilización básica con fósforo y potasio. Durante el ciclo del cultivo (65 a 75 días) se debe adicionar en forma seccionada alrededor de 180 kg de nitrógeno, 120 kg de fósforo, 249 kg de potasio y otros micronutrientes, de acuerdo a sus

requerimientos. Se pueden realizar fertilizaciones foliares antes de la floración y quince días después. En la siembra la fertilización se realiza en banda, a la distancia de 5 cm a 10 cm de la semilla y a 5 cm de profundidad (**Villavicencio & Vasquez, 2008**).

2.12.1. Green Master

2.12.1.1. Características del producto Green Master

Green master es un Complejo Nutricional desarrollado para estimular las principales funciones fisiológicas en los diferentes cultivos tanto de ciclo corto, como perennes, su composición a base de macro, micro nutrientes, vitaminas, ácidos húmicos y fitohormonas de origen natural, aseguran una equilibrada distribución nutricional dentro del vegetal.

Green master por su formulación líquida proporciona mejor absorción de nutrientes por parte del vegetal, su contenido de ácidos húmicos actúa como un quelatante natural, que asegura un buen desempeño de los macro y micro elementos traduciéndose esto en un eficiente desarrollo foliar y radicular, mejorando directamente el vigor y calidad de las cosechas. Este producto es de baja toxicidad, no es corrosivo y es biodegradable. Contribuye al desarrollo de la micro fauna benéfica de los suelos y es de fácil aplicación por los sistemas de aspersión comúnmente usados por los agricultores (**Edifarm, 2014**).

2.12.1.2. Modo de empleo del producto Green Master

Calibrar el volumen de agua. Para aplicaciones terrestres (**Edifarm, 2014**).

2.12.1.3. Presentaciones del producto Green Master

Frasco x 250 cc. Frasco x 500 cc. Frasco x 1 litro. 1 galón. Caneca x 10 litros. Caneca x 20 litros (**Edifarm, 2014**).

2.12.2. Biotek

Fitorregulador de alta concentración de Citocininas más Auxinas y Giberelinas. Potencializado con un complejo nutricional y vitamínico perfectamente balanceado, esto le permite ser utilizado a bajas concentraciones para estimular e intensificar los procesos metabólicos de los cultivos **(Farmagro, 2014)**.

2.12.3. Evergreen

2.12.3.1. Características generales

Evergreen es un complejo nutricional balanceado y bioestimulante de origen vegetal, que contiene las tres principales hormonas de crecimiento de las plantas (Giberelinas, Citoquininas y Auxinas) todas presentes en una forma balanceada y que actúan como las promotoras del crecimiento y la maduración de las plantas tratadas permitiendo un mejor desarrollo y producción de los cultivos **(Bionova, 2015)**.

Evergreen posee un complejo nutricional balanceado de macro elementos: nitrógeno, fósforo y potasio; y micro elementos quelatados como son boro, cobre, hierro zinc, magnesio, manganeso y molibdeno, todos estos importantes para la alimentación y vigor de las plantas. Evergreen también contiene siete vitaminas.

de origen vegetal que ayudan a la salud de las plantas tratadas fortaleciendo su sistema inmunológico permitiéndoles soportar mejor el ataque de las diversas plagas y factores ambientales (sequía, bajas temperaturas, etc.). Todos estos elementos están formulados especialmente en una suspensión de ácido húmico de alta calidad que permite mejorar la eficiencia del producto **(Bionova, 2015)**.

Evergreen, es de rápida absorción por la planta, es de muy baja toxicidad, no es corrosivo y es rápidamente biodegradable. Tiene un pH estabilizado que permite mezclarse con la mayoría de los pesticidas del mercado, sin embargo

se recomienda hacer pruebas de compatibilidad previa a la aplicación **(Bionova, 2015)**.

2.12.3.2. Beneficios de su uso

Promueve el desarrollo e incrementa el vigor de las plantas tratadas.

- Incrementa el desarrollo radicular. • Maximiza la absorción de nutrientes del suelo.
- Estimula precocidad, con lo que reduce el ciclo vegetativo del cultivo.
- incrementa rendimiento en peso. • Incrementa solidos solubles en cultivos como caña de azúcar, maracuyá, vid, fresas, etc. • Uniformiza la calidad y tamaño de los frutos.
- Incrementa el nivel de proteína en las cosechas (alfalfa, soya y otros)
- Relación costo – beneficio significativa **(Bionova, 2015)**.

2.12.4. NPK

Los fertilizantes complejos NPK son productos que contienen dos o tres nutrientes primarios, nitrógeno, fósforo y potasio y, que además pueden contener nutrientes secundarios y micronutrientes. Se aplican para equilibrar el contenido del suelo en elementos nutritivos de acuerdo con los contenidos del mismo, considerando las necesidades del cultivo que se va a implantar y dependiendo del rendimiento que se espera conseguir **(Fertiberia, 2014)**.

Los fertilizantes complejos NPK fabricados por Fertiberia son muy eficaces porque todos los nutrientes que contienen son totalmente asimilables por los cultivos.

Se recomienda que la aplicación de todos los abonos complejos NPK se realice poco antes de la siembra en el caso de cultivos herbáceos y al menos un mes antes de la brotación en el caso de cultivos arbóreos, es decir, con antelación suficiente a que la planta necesite los nutrientes que aportamos **(Fertiberia, 2014)**.

2.13. Investigaciones relacionadas

En la Universidad de Nariño – Colombia, se realizó una evaluación con el objetivo de determinar el efecto de dos tipos de sustratos granzón de arena y ladrillo molido, y la aplicación de dos dosis de fertilizante para el desarrollo del cultivo de lechuga: las variables evaluadas fueron longitud de la hoja (LH), ancho de la hoja (AH), altura de la planta (AP), número de hojas (NH), diámetro de la cabeza de lechuga (DC), peso de la planta (PP) y rendimiento (RTO). Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA), con un arreglo factorial combinatorio con tres repeticiones; donde el factor A correspondió al sustrato con dos niveles, granzón de arena y ladrillo molido; el factor B la dosis de fertilización, (dosis 1: 3 g de elementos mayores + 3 g de elementos menores y dosis 2: 6 g de elementos mayores + 6 g de elementos menores). Los resultados mostraron que el tratamiento ladrillo molido con dosis de 3 g de elementos mayores + 3 g de elementos menores, presentó los mejores valores para todas las variables evaluadas. En cuanto a sustratos el ladrillo molido tuvo el mejor comportamiento para el cultivo de la lechuga, al igual que la menor dosis de fertilización utilizada y la mayor producción con promedio de 21.80 t. ha⁻¹

El mayor largo y el mayor ancho de la hoja se obtuvo con el sustrato ladrillo molido cuando se utilizó la dos dosis de fertilizante de 3 y 6 g de elementos mayores más 3 y 6 g de elementos menores con promedio de 16 cm y 16.36 cm respectivamente. Mientras que los menores resultados se obtuvieron con el granzón de arena con dosis de 3 y 6 g de elementos mayores y elementos menores con promedios de 13.33 cm y 15.15 cm respectivamente, el mayor número de hojas 24.25 y 20.61 se presentó con el ladrillo molido en las dos dosis de fertilizante, similar al sustrato arena con 6 g de fertilizante. Los tratamientos de sustrato ladrillo molido fueron los que presentaron plantas más altas con valores de 18.97 cm y 17.94 cm con dosis 3 y 6 g de elementos mayores y elementos menores respectivamente, mientras que el granzón de arena presentó los menores valores de 15.47 cm y 15 cm.

Se puede apreciar que se presentó interacción significativa entre sustratos y las dosis, que muestran que las plantas de lechuga de mayor diámetro ecuatorial se

obtuvieron con en el sustrato de ladrillo molido y las dosis de 3 y 6 g con un valor promedio de 31.81 cm y 31.06 respectivamente; la mayor acumulación de biomasa en promedio se obtuvo con ladrillo molido con dosis de fertilizante de 3 g de elementos mayores y 3 g de elementos menores, registrando pesos de 529,85 g; presentando diferencias estadísticas con el sustrato ladrillo y dosis de fertilizante 6 g de elementos mayores y 6 g de elementos menores que registraron peso de 500,49 g.

Se pueden apreciar que se encontraron diferencias significativas en los rendimientos de lechuga, a nivel del 99% de probabilidad estadística para la interacción, lo cual, indica que el mayor rendimiento de 21.80 t/ha se obtuvo cuando se utilizó como sustrato el ladrillo molido con 3 g de elementos mayores y 3 g de elementos menores, que cuando se utilizó el mismo sustrato con 6 g de elementos mayores y 6 g de elementos menores con 21.59 t. ha⁻¹

Se presentan los costos de producción de lechuga con dos sustratos y dos dosis de fertilización, donde se evidencia que para producir lechugas en 1000 m², se tiene un costo de \$10.987.179 para el T1 de \$8.217.949 para el T2, el T3 con \$10.630.769 y el T4 con un costo de \$6.615.385 utilizando sustratos de granzón de arena y ladrillo molido. Cabe resaltar que la vida útil de costos fijos **(Arcos, 2011)**.

La investigación titulada “Evaluación de la Fertilización Química y Orgánica en el Cultivo de Lechuga Variedad (Verpia) en la Comunidad de Florencia – Tabacundo Provincia de Pichincha, se realizó en la Granja Agroecológica Ñucanchik Kausay ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, Sector Comunidad de Florencia, localizada a una altitud de 2800 m.s.n.m, 12°C de temperatura y 900-2000 mm.de precipitación. Esta investigación está fundamentada en reducir la toxicidad del suelo mediante la utilización de biol y bocashi, para lo cual se evaluaron ocho tratamientos los mismos que fueron T1 (sin fertilización), T2 (fertilización química), T3 (aplicación de bocashi), T4 (doble aplicación de bocashi), T5 (aplicación de biol), T6 (combinación de media fertilización química + bocashi), T7 (combinación de media fertilización química + biol) y T8 (combinación de biol + bocashi).

Los tratamientos se evaluaron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 5.4 m² conteniendo 72 plantas de la variedad verpia, siendo la distancia del transplante de 0.30 m entre hileras por 0.25 m entre planta. Se consideró las variables, altura de planta en cm, días a la cosecha, diámetro del repollo en cm, peso del repollo en t/ha y número de repollos comerciales, para lo cual se utilizó reglas, cintas graduadas en cm y una balanza graduada en gramos, como también se adoptó la Norma Técnica Colombiana (NTC 1064), para determinar el número de repollos comerciales. El biol se aplicó a intervalos de 12 días, registrándose un total de cuatro aplicaciones durante todo el ciclo del cultivo, así como también se realizó una aplicación de bocashi al suelo, las parcelas con fertilización química fueron manejadas de acuerdo al análisis del suelo con las recomendaciones sugeridas.

En la variable altura de planta, se detectó diferencia estadística significativa entre tratamientos, es decir un incremento en altura de planta en comparación al T1 (sin fertilización). Para esta variable, el mejor tratamiento corresponde al T7 (combinación de media fertilización química + biol), con un promedio de 10.3 cm, a los 40 días del transplante. El mejor tratamiento en la variable días a la cosecha fue, el T7 (combinación de media fertilización química + biol), con un promedio de 95 días. De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable peso del repollo, se determinó que el mejor tratamiento fue, el T8 (combinación de bocashi + biol), con promedio de 19.0 t/ha En cuanto a la variable diámetro del repollo, el mejor tratamiento fue el T8 (combinación de bocashi + biol), con un promedio de 53.0 cm. El mejor tratamiento para la variable número de repollos comerciales fue el T8 (combinación de bocashi + biol), con un promedio de 37 repollos comerciales. De acuerdo con el análisis de costos realizados para cada abono orgánico se observó que la relación beneficio/costo es mayor para el T8 (combinación de bocashi + biol), y para el T7 (combinación de media fertilización química + biol), donde existe una mayor rentabilidad (**Sanchez, 2009**).

La horticultura es un importante renglón económico en Nariño, este proyecto se realizó como una alternativa para mejorar la producción y calidad de lechuga.

En el Centro Internacional de Producción Limpia Lope - SENA - Regional Nariño, se realizó la evaluación de los sustratos fibra de coco y cascarilla de arroz con sus respectivas mezclas bajo un sistema hidropónico sobre una estructura en forma de "A" para la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un área de 10 metros² para un total de 200 plantas, donde se evaluaron las variables altura, diámetro, peso total, peso de cabeza, peso de raíz y rendimiento. Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, con los siguientes tratamientos; sustrato 100% cascarilla de arroz, mezcla de 70% cascarilla de arroz y 30% fibra de coco, mezcla del 50% de cada uno de los sustratos utilizados, mezcla 70% fibra de coco y 30% cascarilla de arroz y el tratamiento de sustrato 100% fibra de coco. Las mezclas de los sustratos fibra de coco y cascarilla de arroz obtuvieron mejor respuesta para las variables evaluadas que los sustratos individuales, los cuales dieron plantas con mejor desarrollo fisiológico en las variables diámetro peso de cabeza, y rendimiento. En cuanto a la rentabilidad el tratamiento 70% fibra de coco y 30% cascarilla de arroz fue el mejor con un porcentaje del 12%. Palabras clave: Fibra de coco, cascarilla de arroz, estructura en A.

Con relación a la prueba de comparación la altura de la planta con el uso de cascarilla de arroz se establece que el mejor diámetro del tallo fue de 5,05 , el mejor peso total fue de 435,13 gr en los días de cosecha, mientras que el mejor peso de raíz se estableció con 36,08 gr, y el rendimiento ton/ha fue de 87,03 (Guerrero, 2014).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

El presente investigación se realizó en la Finca “San Antonio” recinto La Laguna, Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos, cuyas coordenadas geográficas son S 1° 26´ 34” y W 79°26´54”, a una altura de 73 msnm.

El experimento mantuvo una duración de 120 días.

3.1.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones Agro-meteorológicas en la cual se desarrolló la investigación de detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas de la zona experimental para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Parámetro	Promedio
Temperatura °C	26.00
Humedad relativa %	80.00
Heliofanía horas/luz/año	900.00
Precipitación anual mm	3100.00
Zona ecológica	BhT

Fuente: (Estación meteorológica INHAMI , 2014).

3.1.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizaron en esta investigación se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Materiales y equipos utilizados para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Equipos y materiales	Cantidad
Equipos	
Bomba de mochila	1
Bomba de agua de ½ caballo	1
Fertilizantes	
Green master	3
Biotek	3
Evergreen	3
NPK	3
Materiales	
Sobre de semilla 25 g	2
Metros de plástico de invernadero	20
Metros de sarán	10
Cañas guadua	40
Tanque 500 L	1
Cascarilla de arroz (sacos)	2
Arena de río (sacos)	2
Pirola (rollos)	3
Gigantografía	1
Tableros de identificación	16
Herramientas	
Machete	1
Azadon	1
Rastrillo	1

Elaborado por: Carlos Mesías

3. 1.4. Tipo de investigación

Para ejecutar el proyecto se utilizó el diseño experimental estadístico.

3.1.5. Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron se detallan en el cuadro 3:

Cuadro 3. Tratamientos para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamiento	Productos
Tratamiento 1	Green máster (5 cc/L de agua)
Tratamiento 2	Biotek (5 cc/L de agua)
Tratamiento 3	Evergreen (5 cc/L de agua)
Tratamiento 4	NPK (5 cc/L de agua) – testigo

Elaborado por: Carlos Mesías

3.1.6. Esquema del experimento

Se empleó un total de 448 plantas, variedad crespa.

Cuadro 4. Esquema del experimento para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	Unidades Experimentales	Repeticiones	Total
T1: Green máster	16	4	112
T2: Biotek	16	4	112
T3: Evergreen	16	4	112
T4: NPK – testigo	16	4	112
TOTAL			448

Elaborado por: Carlos Mesías

3.1.7. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, para determinar diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$), con el programa estadístico Infostat.

3.1.8. Delineamiento experimental

Cuadro 5. Delineamiento experimental para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	4
Repeticiones	4
Largo de la parcela cm	1,50
Ancho de la parcela cm	0,90
Distancia de siembra cm	0,20
Distancia entre plantas cm	0,15
Superficie de la parcela m ²	1,35
Número de plantas por parcela	28
Plantas útiles	10
Superficie total del ensayo m ²	216

Elaborado por: Carlos Mesías

3.1.9. Esquema del análisis de varianza

Cuadro 6. Esquema de análisis de varianza para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Factor de variación		Grados de libertad
tratamientos	t -1	3
Error	t (r-1)	12
Total	(t x r) -1	15

Elaborado por: Carlos Mesías

3.1.10. Variables evaluadas

Las variables evaluadas en la siguiente investigación se establecen a continuación:

3.1.10.1. Medición de pH cada 14 días

Se controló periódicamente el pH con la finalidad de mantener un rango óptimo de pH comprendido entre 5 o 7.

3.1.10.2. Largo de la hoja cada 15 días

Se tomaron datos cada 15 días, para ello se utilizó una cinta métrica y los resultados fueron expresados en centímetros. La medición se hizo a 10 plantas elegidas al azar en cada parcela, las mismas que quedaron señaladas para medirlas cada 15 días.

3.1.10.3. Ancho de la hoja cada 15 días

Se receptaron datos cada 15 días, para ello se utilizó una cinta métrica y los resultados fueron expresados en centímetros. La medición se la realizó a 10 plantas elegidas al azar en cada parcela, las mismas que quedaron señaladas para medirlas cada 15 días.

3.1.10.4. Número de hojas cada 15 días

Se obtuvieron datos cada 15 días, para ello se utilizó una cinta métrica. La medición se hizo a 10 plantas elegidas al azar en cada parcela, las mismas que quedaron señaladas para medirlas cada 15 días.

3.1.10.5. Diámetro del tallo en la cosecha

El diámetro del tallo se midió con la ayuda de una cintra métrica. Para dicha observación se tomó la parte de la base del tallo en cada una de las 10 plantas seleccionadas y su medida fue en cm.

3.1.10.6. Peso de la planta a la cosecha

Para pesar los frutos se utilizó una balanza electrónica que se pudo pesar gramo a gramo, con el fin de que los pesos sean exactos.

3.1.10.7. Peso tallo más raíz

Para pesar esta variable se cortaron los tallos de la planta a una dimensión de 2 cm más la raíz.

3.1.10.8. Largo de la raíz

Se utilizó una cinta métrica en cada una de las 10 plantas seleccionadas y su medida fue en cm.

3.1.10.9. Rendimiento en kg por parcela

Para evaluar esta variable se tomó el peso con la ayuda de una romana electrónica en Kg/parcela de todos los frutos cosechados de la parcela neta.

3.1.10.10. Rendimiento en kg por hectárea

El rendimiento en Kg/ ha parcela se transformó en Kg/ha. Aplicando para el efecto la fórmula correspondiente.

3.1.11. Manejo del experimento

3.1.11.1. Preparación de semillero

Se utilizó semilla híbrida de acuerdo a las características del mercado las mismas que fueron germinadas en bandejas germinadoras con cavidad para 200 plantas, las mismas que fueron llenadas con mezcla de sustrato a base de cascarilla de arroz más arena de río; colocando dos semillas de lechuga por cavidad a una profundidad de 0.5 cm.

3.1.11.2. Preparación del sustrato

Como sustrato se utilizó cascarilla de arroz más arena de río, la cual se preparó días antes del trasplante, y se colocó en cada tratamiento.

3.1.11.3. Trasplante

Para el trasplante de las plantas se utilizaron camas de 1.50 mts de largo X 90 cm de ancho. La misma que contenía sustrato de arena de río más cascarilla

de arroz en un porcentaje de 40% de arena y 60 % de cascarilla de arroz a una altura de 40 cm.

El trasplante a las camas se lo hizo cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 15 cm depositando 28 plantas por cada unidad experimental de acuerdo al diseño experimental.

Los fertilizantes fueron aplicados un día después del trasplante, con la finalidad de corregir deficiencias nutritivas en las etapas de crecimiento.

3.1.12. Medición de pH

Posteriormente de realizar la mezcla de los sustratos se procedió a medir periódicamente de acuerdo a las especificaciones, con un peachimetro en los extremos de las camas de cada tratamiento.

3.1.13. Fertilización

Para la aplicación de los fertilizantes se realizó 3 veces por semana 5cc por cada litro de agua. Para el tratamiento de Green Master T1 5 cc de producto en 20 litros de agua en un día de aplicación, dándonos un resultado semanal de 15 cc en 60 litro de agua y un total de producto aplicado en las 7 semanas 135 cc en 540 litros de agua.

Para el tratamiento de Biotek T2 5 cc de producto en 20 litros de agua en un día de aplicación, dándonos un resultado semanal de 15 cc en 60 litro de agua y un total de producto aplicado en las 7 semanas 135 cc en 540 litros de agua.

Para el tratamiento de Evergreen T3 5 cc de producto en 20 litros de agua en un día de aplicación, dándonos un resultado semanal de 15 cc en 60 litro de agua y un total de producto aplicado en las 7 semanas 135 cc en 540 litros de agua.

Para el tratamiento de N.P.K T4 5 cc de producto en 20 litros de agua en un día de aplicación, dándonos un resultado semanal de 15 cc en 60 litro de agua y un total de producto aplicado en las 7 semanas 135 cc en 540 litros de agua.

3.1.14. Control de maleza

Se efectuó de forma manual una vez por semana con la finalidad de que las parcelas se mantenga limpio de malezas.

3.1.15. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente a los 45 días después que el cultivo presento la madurez necesaria.

3.1.16. Análisis económico

Para efectuar el análisis económico de esta investigación en sus respectivos tratamientos, se utilizó la relación beneficio/costo, para lo cual se consideró:

3.1.16.1. Ingreso bruto por tratamiento

Este rubro se obtendrá por los valores totales en la etapa de investigación para lo cual se planteará la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y \times PY}$$

IB= ingreso bruto

Y= producto

PY= precio del producción

3.1.16.2. Costos totales por tratamiento

Se estableció mediante la suma de los costos fijos y variables, empleando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = CF + CV}$$

CT = Costos totales

CF = Costos fijos

CV = Costos variables

3.1.16.3. Beneficio neto (BN)

Se estableció mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

BN = beneficio neto

IB = ingreso bruto

CT = costos totales

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultados

4.1. Número de hojas

Relacionando los resultados obtenidos de la investigación presente, tal como se muestra en el cuadro 7, se establece que no existe diferencia estadística en el primer día y a los cuarenta y cinco días de la evaluación, sin embargo a los quince y treinta días si se mostró diferencia estadística con la prueba de Tuckey al 0,05% de probabilidad.

Para el primer día de la evaluación, se observó que el tratamiento con mejores resultados fue el T4 (NPK – testigo) con 2,55 hojas a diferencia del T1 (Green máster) que fue menor con 2,38 plantas por tratamiento. Para los quince, treinta y cuarenta y cinco días se estableció que el mejor tratamiento fue el T3 (Evergreen) con 5.03, 13.01 y 18.31 plantas por tratamiento respectivamente, mientras que el tratamiento que reflejo menores resultados fue el T1 (Green máster) con 4,27, 11.26 y 17. 29 plantas respectivamente. Por tal razón se rechaza la hipótesis denominada “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (Láctica sativa).”, ya que los mejores resultados se observaron con el uso de Green máster.

Cuadro 7. Número de hojas cada 15 días para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (Láctica sativa) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	1	15	30	45
Green máster	2,38 a	4,27 a	11,26 a	17,29 a
Biotek	2,54 a	4,64 ab	12,32 b	17,51 a
Evergreen	2,43 a	5,03 b	13,01 b	18,31 a
NPK – testigo	2,55 a	4,54 ab	12,13 ab	17,36 a
CV %	6,48	6,77	3,54	3,73

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.2. Largo de hojas

Se establece que no existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados al primer día, a los quince y cuarenta y cinco días, mientras que a los 30 días si se presentaron diferencias estadísticas, tal como se muestra en el cuadro 8, en base a la prueba de Tuckey al 0,05% de probabilidad.

De los valores establecidos, para el primer día el T4 (NPK – testigo) demostró ser superior que el resto de tratamientos con 3,38 cm, mientras que el T2 (Biotek) demostró ser menor con 3.22 cm. Para los quince días se apreció que el tratamiento T3 (Evergreen) brindo resultados superiores con 7,40 cm, a diferencia del T1 (Green máster) que fue menor con un 6.57 cm.

Se observó que a los treinta y cuarenta y cinco días el tratamiento que fue más notorio en el largo de hojas fue el T2 (Biotek) con valores superiores de 14,69 cm y 19,36 cm respectivamente, mientras que los menores resultados se reflejan en el T1 (Green máster) y T4 (NPK – testigo) y con 13.89 cm y 18.90 cm. Por tal razón se rechaza la hipótesis denominada “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (*Láctica sativa*).”, ya que los mejores resultados se observaron con el uso de Biotek.

Cuadro 8. Largo de hojas cada 15 días para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	1	15	30	45
Green máster	3,25 a	6,57 a	13,89 a	18,93 a
Biotek	3,22 a	6,86 a	14,69 b	19,36 a
Evergreen	3,36 a	7,40 a	14,39 ab	19,17 a
NPK – testigo	3,38 a	7,36 a	14,41 b	18,90 a
CV %	5,69	7,10	2,14	1,83

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.3. Ancho de hojas cada 15 días

Relacionando los resultados obtenidos, tal como se muestra en el cuadro 9, se establece que no existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados al primer día, mientras que notoriamente se observaron diferencias a los quince, treinta y cuarenta y cinco días, de acuerdo a la prueba de Tuckey al 0,05% de probabilidad .

De los valores establecidos, para el primer día y a los quince días el T4 (NPK – testigo) demostró ser superior que el resto de tratamientos con 2,96 cm, y 6,73 cm, a diferencia del T1(Green máster) que estableció los menores valores con 2.89 cm y 5.76 cm respectivamente, mientras que a los treinta y cuarenta y cinco días el tratamiento superior de acuerdo al ancho de hojas fue el T2 (Biotek) con 14,88 cm y 18,02 cm y los menores resultados los reflejo el T4 (NPK – testigo) con 13.56 cm y 16.77 cm respectivamente.

Por tal razón se rechaza la hipótesis denominada “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (*Láctica sativa*).”, ya que los mejores resultados se observaron con el uso de Biotek.

Cuadro 9. Ancho de hojas cada 15 días para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	1	15	30	45
Green máster	2,89 a	5,76 a	13,63 a	17,84 ab
Biotek	2,95 a	6,20 ab	14,88 b	18,02 b
Evergreen	2,95 a	6,39 ab	14,12 a	17,44 ab
NPK – testigo	2,96 a	6,73 b	13,56 a	16,77 a
CV %	4,66	5,06	2,30	3,19

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

4.4. Peso de la planta a la cosecha

De acuerdo a los resultados presentes, se establece que si existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, con relación a la variable peso de la planta a la cosecha, tal como se muestra en el cuadro 10. La prueba de Tuckey al 0,05% de probabilidad demuestra que existe significancia.

De los valores establecidos con relación a la variable peso de la planta a los cuarenta y cinco días, se demostró que el tratamiento que brindó mejores resultados fue el T3 (Evergreen) con 191,13 gr, mientras que el tratamiento minoritario fue el T1 (Green máster) con 158,00 gr. Por tal razón se rechaza la hipótesis denominada “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (*Láctica sativa*).”, ya que los mejores resultados se observaron con el uso de Evergreen.

Cuadro 10. Peso de la planta a la cosecha para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	45 días (cosecha)
Green máster	158,00 a
Biotek	178,78 ab
Evergreen	191,13 b
NPK – testigo	161,18 ab
CV %	5,91

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.5. Peso de tallo + raíz

En base a los resultados obtenidos de la presente investigación, se establece que si existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados a los cuarenta y cinco días, con relación a la variable peso de tallo + raíz a la cosecha, tal como se muestra en el cuadro 11. La prueba de Tuckey al 0,05% de probabilidad demuestra que existe significancia

Basándose en los valores establecidos con relación a la variable peso de tallo + raíz a la cosecha, se demostró que el tratamiento que brindó mejores resultados fue el T3 (Evergreen) con un valor de 16,34 gr, mientras que el tratamiento que estableció menores resultados fue el T1 (Green máster) con un valor de 12,63 gr.

Por tal razón se rechaza la hipótesis denominada “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (*Láctica sativa*).”, ya que los mejores resultados se observaron con el uso de Evergreen.

Cuadro 11. Peso de tallo + raíz para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	45 días (cosecha)
Green máster	12,63 a
Biotek	13,40 a
Evergreen	16,34 b
NPK – testigo	15,37 b
CV %	5,71

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.6. Peso real de la planta

En base a los resultados establecidos, se demuestra que si existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, con relación a la variable peso real de la planta a la cosecha, tal como se muestra en el cuadro 12 y de acuerdo a la prueba de Tuckey al 0,05% de probabilidad.

De acuerdo a los valores establecidos con relación a la variable peso real de la planta a la cosecha, se demostró que el tratamiento que brindó mejores resultados fue el T3 (Evergreen) con un valor de 174,78 gr, mientras que el tratamiento que estableció menores resultados fue el T1 (Green máster) con un valor de 145,37 gr. Por tal razón se rechaza la hipótesis denominada “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (*Láctica sativa*).”, ya que los mejores resultados se observaron con el uso de Evergreen.

Cuadro 12. Peso real de la planta para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	45 días (cosecha)
Green máster	145,37 a
Biotek	165,38 ab
Evergreen	174,78 b
NPK – testigo	145,82 a
CV %	6,12

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.7. Diámetro del tallo

En base a los resultados obtenidos de la presente investigación, se establece que si existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, con relación a la variable diámetro del tallo, tal como se muestra en el cuadro 13, y de acuerdo a la prueba de Tuckey al 0,05% de probabilidad.

De acuerdo a los valores obtenidos con relación a la variable peso real de la planta a la cosecha, se demostró que el tratamiento que brindó mejores resultados fue el T3 (Evergreen) con 3,94 cm, mientras que el tratamiento que estableció menores resultados fue el T1 (Green máster) con 3,55 cm. Por tal razón se rechaza la hipótesis denominada “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (*Láctica sativa*).”, ya que los mejores resultados se observaron con el uso de Evergreen.

Cuadro 13. Diámetro del tallo para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	45 días (cosecha)
Green máster	3,55 a
Biotek	3,59 a
Evergreen	3,94 b
NPK – testigo	3,66 a
CV %	2,30

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.8. Largo de raíz

Analizando los resultados obtenidos de la presente investigación, se establece que no existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, con relación a la variable largo de raíz, tal como se muestra en el cuadro posterior.

La prueba de Tuckey al 0,05% de probabilidad demuestra que no existe significancia.

Con relación a la variable largo de raíz a la cosecha, se demostró que el tratamiento que brindo mejores resultados fue el T2 (Biotek) y T3 (Evergreen) con un valor similar de 7,67 cm, mientras que el tratamiento que estableció menores resultados fue el T1 (Green máster) y T4 (7,19) con un valor similar de 7,19 cm, respectivamente. Por tal razón se rechaza la hipótesis denominada “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá la mayor producción de lechuga (*Láctica sativa*).”, ya que los mejores resultados se observaron con el uso de Evergreen.

Cuadro 14. Largo de raíz para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Tratamientos	45 días (cosecha)
Green máster	7,19 a
Biotek	7,67 a
Evergreen	7,67 a
NPK – testigo	7,19 a
CV %	3,63

Letras distintas significan diferencias estadísticas ($p \leq 0,005$)

4.9. Costos de producción y análisis económico por tratamiento

Cuadro 15. Costo de producción y análisis económico por tratamiento para evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Detalle	T1	T2	T3	T4
alquiler de terreno	10,00	10,00	10,00	10,00
alquiler motocultor	2,00	2,00	2,00	2,00
semillas de lechuga	2,50	2,50	2,50	2,50
Cascarilla de arroz	5,00	5,00	5,00	5,00
Arena de Rio	10,00	10,00	10,00	10,00
Tanque 500 L	3,50	3,50	3,50	3,50
Fertilizantes	14,70	55,95	14,85	10,95
Materiales de campo	85,54	85,54	85,54	85,54
gigantografía del proyecto	5,00	5,00	5,00	5,00
tableros de identificación	3,25	3,25	3,25	3,25
gigantografía identificación de tesis	1,42	1,42	1,42	1,42
materiales de oficina	7,25	7,25	7,25	7,25
transporte	7,25	7,25	7,25	7,25
jornales	15,00	15,00	15,00	15,00
alimentación	7,14	7,14	7,14	7,14
material de cosechas	0,50	0,50	0,50	0,50
Total por parcela	180,05	221,30	180,20	176,30
Total por ha	8535,64	10245,37	8342,59	8162,03
Produccion	3276,85	3707,87	3963,42	3342,12
Precio de venta	0,50	0,50	0,50	0,50
Total ingresos	1638,43	1853,94	1981,71	1671,06
Utilidades	-6897,22	-8391,44	-6360,88	-6490,97
Relación B/C	0,19	0,18	0,24	0,20

Fuente: Carlos Mesías

De acuerdo a los resultados establecidos, se analizaron los costes de los tratamientos, en donde se indica que el mejor tratamiento fue el T3 (Evergreen) ya que los costos de producción fueron significativos con respecto a los otros tratamientos, definiendo que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$0,24.

Se rechaza la hipótesis establecida “Aplicando Green máster en dosis de 2.500 cc, se obtendrá el mejor beneficio económico en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*), ya que el mejor resultado se demostró con el Evergreen.

4.10. Discusión

Se realizó una comparación de los valores obtenidos en la presente investigación con los valores demostrados por **Arcos (2011)**, en donde manifiesta que sus resultados obtuvieron un promedio de 24,25 cm con el ladrillo molido en las dos dosis de fertilizante, similar al sustrato arena con 6 g de fertilizante, valores mayores a los obtenidos en nuestra investigación, de acuerdo al número de hojas.

Según los datos obtenidos por **(Arcos, 2011)**, en donde especifica en sus resultados que el mejor resultado con relación al largo de hoja con un valor de 18.97 cm, con sustrato ladrillo molido con dos dosis de fertilizante de 3 y 6 g, mientras que los datos obtenidos en la investigación presente demuestran valores mayores de 19,36 cm con el T2 (Biotek)

Según los datos obtenidos por **Arcos (2011)**, en donde especifica en sus resultados que el mejor resultado con relación al ancho de hoja con un valor de 16,00 cm, con sustrato ladrillo molido con dos dosis de fertilizante de 3 y 6 g, mientras que los datos obtenidos en la investigación presente demuestran valores mayores de 18,02 cm con el T2 (Biotek)

Según los datos obtenidos por **Arcos (2011)**, en donde especifica que obtuvo el mejor resultado con relación al peso de la planta con un valor de 529,85 g, al igual que **(Guerrero, 2014)**, que presentó un peso total de 435,13 gr , con el uso de cascarilla de arroz, mientras que los datos obtenidos en la investigación presente demuestran valores de 191,13 gr con el T3 (Evergreen), estableciendo que nuestros valores son menores.

Los datos establecidos por **Sanchez (2009)**, establece que el diámetro del tallo, el mejor tratamiento fue el T8 (combinación de bocashi + biol), con un promedio de 53.0 cm, a diferencia de **(Guerrero, 2014)** que en su investigación obtuvo un diámetro de 5,05 cm, dichos valores son superiores los presentados en la presente investigación (3,94 cm).

De acuerdo a los resultados establecidos por **Arcos (2011)**, en donde especifica que obtuvo el mejor resultado con relación al costo/beneficio, mientras que los datos obtenidos en la investigación presente demuestran valores de \$0,24, con el T3 (Evergreen), estableciendo que nuestros valores son menores.

Además se evidencia que para producir lechugas en 1000 m², se tiene un costo de \$10.987.179 para el T1, mientras que los datos de producción de la investigación presente fueron de \$10449,53 para el T2, datos similares.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos se realizan las siguientes conclusiones:

- El tratamiento que estableció mejores resultados con relación a la variable número de hojas, peso de tallo + raíz, peso real de la planta, diámetro del tallo, a los 45 días fue el T3 (Evergreen) con valores de 18,31 unidades, 16,34 gr, 174,78 gr, 3,94 mm, respectivamente, mientras que los mejores valores demostrados de acuerdo a la variable largo de hoja, ancho de hoja fue en el T2 (Biotek) con cantidades de 19,36 cm, 18,02 cm, consecutivamente el tratamiento que brindo mejor resultado.
- El tratamiento que representó mejor peso a los cuarenta y cinco días es decir en días de cosecha fue el T3 (Evergreen) con un valor de 191,13 gr por planta.
- La mejor relación Beneficio / Costo la presento el T3 (Evergreen) en donde se establece que por cada dólar invertido existe una ganancia de \$0,24.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar el fertilizante Evergreen en dosis de 210 cc en 840 litros de agua en la fertilización de lechuga ya que fue el mejor tratamiento en rendimiento y relación beneficio / costo.
- Se puede utilizar como alternativa el NPK en dosis de 210 cc en 840 litros de agua en la fertilización de lechuga ya que fue el mejor tratamiento que brindo datos relevantes.
- Realizar otras investigaciones de origen orgánico proyectadas para el cultivo de lechuga, en diferentes lugares.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

Alpizar. (2006). *Hidroponía. Cultivo sin tierra*. Costa Rica: Cartago.

Arcos, B. (2011). *Evaluación de dos sustratos y dos dosis de fertilización en condiciones hidropónicas bajo invernadero en lechuga *Lactuca sativa* L.* Colombia.

Bedoya & Pacheco . (2013). Curso de hidroponía. Universidad “José Carlos Mariategui”. España.

Bionova. (2015). Recuperado el 09 de Abril de 2015, de <http://es.slideshare.net/ManuelBionovaGroup/evergreen-6913939>

Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. Ecuador : Universidad de Cuenca .

Cinco, J. (2010). *Sustratos orgánicos: elaboración, manejo y principales usos*. México.

Cruz, C. (2012). *Sustratos en la horticultura*. . México.

Duran. (2006). *Seguridad Alimentaria Cultivando Hortalizas*. Colombia: Grupo Latinos.

Edifarm. (2014). Recuperado el 09 de Abril de 2015, de http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/GREEN%20M%20ASTER-20140825-102037.pdf.

Estación meteorológica INHAMI . (2014). Ecuador .

- Farmagro. (2014). Recuperado el 09 de Abril de 2015, de <http://www.farmagro.com/index.php/nutricion/fertilizantes-foliares>.
- Fertiberia. (2014). Recuperado el 09 de Abril de 2015, de <http://www.fertiberia.es/templates/template1.aspx?MP=227&M=246&F=98&L=100&Tipo=662&Op=33>
- García, J. (2008). *Evaluación de la cascarilla de café para utilizarse como sustrato en cultivo sin suelo de hortalizas*. México.
- Guamán, R. (2010). *Estudio bioagronómico de 10 cultivares de lechuga de cabeza (Lactuca Sativa), utilizando dos tipos de fertilizantes orgánicos, en el Canton Riobamba, Provincia de Chimborazo*. Ecuador .
- Guerrero, E. (2014). *Evaluación de sustratos en un cultivo de lechuga bajo un sistema hidropónico en el municipio de pasto*. España.
- Ilbay, L. (2012). "Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*)". Ambato , Ecuador .
- Ipni. (2014). Recuperado el 09 de Abril de 2015, de [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/FE5EE3BF494DE65206256B810073EA7C/\\$file/Conozca+la+deficiencia+de+cloro.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/FE5EE3BF494DE65206256B810073EA7C/$file/Conozca+la+deficiencia+de+cloro.pdf).
- Lacarra & García . (2011). *Validación de cinco sistemas hidropónicos para la producción de jitomate (Lycopersicum esculentum Mill.) y lechuga (Láctica sativa L.) en invernadero*. México.
- Llerena, E. (2007). Comportamiento de dos genotipos, de tomate riñón *lycopersicum esculentum mill* en diferentes sustratos hidropónicos en yuyucocha. Pichincha, Ecuador.

Matos. (2011). *Huerto hidropónico para el autoabastecimiento de la unidad productiva "Rosario Carrillo Herrera"*. España: Universidad Nacional.

Palomino. (2008). *Hidroponía Comercial. Tomates y lechugas*. Perú: Isagraf.

Ruano & Sánchez. (2005). *Enciclopedia Práctica de la agricultura y la Ganadería. Cultivos Protegidos. Hortalizas aprovechadas por sus frutos*. España: Oceano.

Sanchez, E. (2009). Evaluación de la fertilización química y orgánica en el cultivo de lechuga variedad (verpia) en la comunidad de florencia – tabacundo, provincia de pichincha. Pichincha , Ecuador .

Sánchez, E. (2009). *Evaluación de la fertilización química y orgánica en el cultivo de lechuga variedad (VERPIA) en la comunidad de Florencia – Tabacundo, Provincia de Pichincha*. Ecuador .

Taíz & Zeiguer . (2006). *Fisiología vegetal. 3ra. Edición*. Brazil : Jaume.

Villavicencio & Vasquez. (2008). Guía Técnica de Cultivos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. *Guía técnica* .

CAPITULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Estadística varianza

Anexo 1. Cuadro estadístico de Numero de hojas en el efecto de diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TRANSPLANTE	16	0,22	0,02	6,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,08	3	0,03	1,10	0,3869
TRATAMIENTOS	0,08	3	0,03	1,10	0,3869
Error	0,31	12	0,03		
Total	0,39	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C15 DIAS	16	0,51	0,38	6,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,21	3	0,40	4,11	0,0319
TRATAMIENTOS	1,21	3	0,40	4,11	0,0319
Error	1,17	12	0,10		
Total	2,38	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C30 DIAS	16	0,74	0,67	3,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	6,23	3	2,08	11,16	0,0009
TRATAMIENTOS	6,23	3	2,08	11,16	0,0009
Error	2,23	12	0,19		
Total	8,46	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C45 DIAS	16	0,34	0,17	3,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2,65	3	0,88	2,05	0,1605
TRATAMIENTOS	2,65	3	0,88	2,05	0,1605
Error	5,17	12	0,43		
Total	7,83	15			

Anexo 2. Cuadro estadístico de Largo de hojas en el efecto de diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TRANSPLANTE	16	0,15	0,00	5,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,08	3	0,03	0,71	0,5619
TRATAMIENTOS	0,08	3	0,03	0,71	0,5619
Error	0,42	12	0,04		
Total	0,50	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C15 DIAS	16	0,39	0,24	7,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,94	3	0,65	2,59	0,1016
TRATAMIENTOS	1,94	3	0,65	2,59	0,1016
Error	3,00	12	0,25		
Total	4,95	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C30 DIAS	16	0,54	0,43	2,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,33	3	0,44	4,71	0,0214
TRATAMIENTOS	1,33	3	0,44	4,71	0,0214
Error	1,13	12	0,09		
Total	2,45	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C45 DIAS	16	0,28	0,10	1,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,58	3	0,19	1,57	0,2481
TRATAMIENTOS	0,58	3	0,19	1,57	0,2481
Error	1,47	12	0,12		
Total	2,05	15			

Anexo 3. Cuadro estadístico de Ancho de hojas en el efecto de diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TRANSPLANTE	16	0,06	0,00	4,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,01	3	0,00	0,24	0,8634
TRATAMIENTOS	0,01	3	0,00	0,24	0,8634
Error	0,22	12	0,02		
Total	0,24	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C15 DIAS	16	0,62	0,52	5,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,96	3	0,65	6,52	0,0073
TRATAMIENTOS	1,21	3	0,65	6,52	0,0073
Error	1,21	12	0,10		
Total	3,17	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C30 DIAS	16	0,78	0,73	2,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	4,45	3	1,48	14,23	0,0003
TRATAMIENTOS	4,45	3	1,48	14,23	0,0003
Error	1,25	12	0,10		
Total	5,70	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C45 DIAS	16	0,49	0,37	3,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	3,65	3	1,22	3,89	0,0373
TRATAMIENTOS	3,65	3	1,22	3,89	0,0373
Error	3,75	12	0,31		
Total	7,41	15			

Anexo 4. Cuadro estadístico de Peso de la planta en el efecto de diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE LA PLANTA	16	0,70	0,62	5,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2897,96	3	965,99	9,32	0,0019
TRATAMIENTOS	2897,96	3	965,99	9,32	0,0019
Error	1243,80	12	103,65		
Total	4141,80	15			

Anexo 5. Cuadro estadístico de Peso de Tallo + Raíz en el efecto de diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO TALLO + RAIZ	16	0,81	0,77	5,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	35,35	3	11,78	17,34	0,0001
TRATAMIENTOS	35,35	3	11,78	17,34	0,0001
Error	8,15	12	0,68		
Total	43,50	15			

Anexo 6. Cuadro estadístico de Peso Real de la planta en el efecto de diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO REAL DE LA PLANTA	16	0,70	0,62	6,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2575,18	3	858,39	9,19	0,0020
TRATAMIENTOS	2575,18	3	858,39	9,19	0,0020
Error	1120,75	12	93,40		
Total	3695,93	15			

Anexo 7. Cuadro estadístico de Diámetro del tallo en el efecto de diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO DEL TALLO	16	0,81	0,77	2,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,37	3	0,12	17,37	0,0001
TRATAMIENTOS	0,37	3	0,12	17,37	0,0001
Error	0,09	12	0,01		
Total	0,46	15			

Anexo 8. Cuadro estadístico de Largo de raíz en el efecto de diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de lechuga (*Láctica sativa*) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LARGO DE RAIZ	16	0,51	0,39	3,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,93	3	0,31	4,24	0,0294
TRATAMIENTOS	0,93	3	0,31	4,24	0,0294
Error	0,88	12	0,07		
Total	1,80	15			

Anexo 2. Fotografías



Terreno vacío



Armando las camas



Identificación de camas



Las lechugas en el primer día de transplante



Transplante



Toma de datos a los 15 días



Toma de datos a los 30 días



Toma de datos a los 45 días



Toma de datos a la cosecha



