# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**MODALIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

# "ESTUDIO DE TRES NIVELES DE COMPOST EN EL CULTIVO DE LA LECHUGA VARIEDAD REPOLLO (*Lactuca sativa* L.), EN SUELOS ANDISOLES"

*Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria*


AUTOR

**José Alonso Lucero Malatay**

DIRECTOR

**Julio Enrique Arévalo Camacho Mg. Sc.**


LOJA - ECUADOR

2012

# APROBACIÓN

"ESTUDIO DE TRES NIVELES DE COMPOST EN EL CULTIVO DE LA LECHUGA VARIEDAD REPOLLO (*Lactuca sativa* L.), EN SUELOS ANDISOLES"

**TESIS**

Presentada al Honorable Tribunal de Calificación como requisito previo a obtener el título de:

**INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

**APROBADA:**

**Dr. Gonzalo Iván Aguirre Aguirre., Mg. Sc.** **.....**
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Luisa Gabriela González González** **.....**
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Dennis Solandia Andrade Granda** **.....**
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

# CERTIFICACIÓN

**Ingeniero**

**Julio Arévalo**

**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICA:**

Que luego de haber leído y revisado la tesis titulada“ESTUDIO DE TRES NIVELES DE COMPOST EN EL CULTIVO DE LA LECHUGA VARIEDAD REPOLLO (*Lactucasativa* L.), EN SUELOS ANDISOLES”, del señor egresado José Alonso Lucero Malatay, cumple con los requisitos metodológicos y con los aspectos de fondo y forma exigidos para las normas generales para la graduación de ingeniero en administración y producción agropecuaria de la Modalidad de Estudios a Distancia, por lo que autorizo su presentación.

Loja,6 de Noviembre del 2012

_____

Ing. Julio Arévalo

**DIRECTOR DE TESIS**

# AUTORÍA

Toda la investigación, los análisis efectuados, así como conclusiones y recomendaciones emitidas en la presente Tesis, son de absoluta y exclusiva responsabilidad del autor de la misma.

_____

José Alonso Lucero Malatay

# AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento: Primero a Dios, quien me dio todo en la vida, por ser guía en mis pasos, por ser la luz y el camino, a mis hijos, a mi esposa y a todos mis familiares, a mis amigos, y compañeros de la Universidad, por haber compartido conmigo momentos buenos y malos, a quienes me colaboraron en la culminación de mis estudios y la realización de esta tesis, gracias por su paciencia, ayuda y comprensión.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA A LA CARRERA DE ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, que afectuosamente puso a mi disposición los conocimientos para beneficio personal y de la Patria.

Gracias a cada uno de sus catedráticos, quienes de manera desinteresada compartieron sus consejos y conocimientos tanto en el aula, de manera especial al Ing. Julio Arévalo, quien me ayudó en la dirección de este trabajo de tesis.

Gracias a todos por permitirme ser útil en la vida, ya que una vida inútil es una muerte prematura. Gracias eternamente.

**EL AUTOR**

# DEDICATORIA

A Dios el verdadero dueño de nuestras vidas.

A mi madre, a toda mi familia.

A mis amigos por su ayuda durante todos estos años.

Y de manera especial a  un excelente amigo, donde quiera que tu estés.
Segundo Abad (+)

# ÍNDICE GENERAL


| | pág. |
|---|---|
| Presentación..... | i |
| Aprobación del Tribunal de Grado..... | ii |
| Certificación..... | iii |
| Autoría..... | iv |
| Agradecimiento..... | v |
| Dedicatoria..... | vi |
| Índice de Contenidos..... | vii |
| Índice de Cuadros..... | ix |
| Índice de Figuras……..... | x |
| 1. TÍTULO..... | 1 |
| 2. RESUMEN, ABSTRACT…..... | 2 |
| 3. INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| 4. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 9 |
| 4.1. ORIGEN……..... | 9 |
| 4.2.1. Composición Química..... | 10 |
| 4.3. CLASIFICAICÓN TAXONÓMICA..... | 10 |
| 4.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA..... | 11 |
| 4.4.1.Raíz……..... | 11 |
| 4.4.2.Tallo……..... | 11 |
| 4.4.3.Hojas……..... | 11 |
| 4.4.4. Semillas……..... | 12 |
| 4.5.VARIEDADES..... | 12 |

4.5.1. Acogolladas (repollo) (*Lactuca sativa*var. Capitata)……... 12

4.5.2.Lechuga Romana. (*Lactuca sativa*var. Longifolia)……. 12

4.5.3.De hojas sueltas. (*Lactuca sativa*var. Inybabacea)……..... 12

4.5.4.Lechuga de hoja roble..……..... 12

4.6. MEJORA GENÉTICA..... 12

4.6.1. Germinación……..... 13

4.6.2. Crecimiento vegetativo…… 13

4.6.3 Floración……..... 13

4.7 REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICOS..... 13

4.7.1. Temperatura……..... 13

4.7.2. Luminosidad..... 14

4.7.3. Precipitación..... 15

4.7.4. Humedad relativa…… 15

4.7.5. Altitud..... 15

4.7.6. Suelo……. 15

4.8. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO..... 16

4.8.1. Labores Pre-culturales…… 16

4.8.2.Labores Culturales…….. 18

4.8.3. Plagas……..... 21

4.8.4. Enfermedades……..... 23

4.9. AGRICULTURA ORGÁNICA..... 25

4.9.1. Definición……. 25

4.9.2. Importancia…….. 26

4.10 ABONOS ORGÁNICOS..... 27

4.10.1. Clases…… 28

4.10.2. Estiércoles……..…..... 28

4.10.3. Compost…..... 29

5. MATERIALES Y MÉTODOS..... 33

5.1. MATERIALES..... 33

5.1.1. Materiales de Campo..... 33

5.1.2. Materiales de oficina..... 33

5.1.3. Materiales de laboratorio…..... 34

5.2.MÉTODOS..... 34

5.2.1. Delimitación del Área de Estudio..... 34

5.2.2.Características del Área Experimental..... 36

5.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales..... 36

5.2.4. Descripción de los Tratamientos..... 37

5.2.5. Diseño Experimental..... 37

5.2.6. Variables en Estudio..... 38

5.2.7. Análisis e Interpretación Estadística..... 39

5.2.8. Manejo Agrotécnico del Ensayo..... 39

5.3. Estrategias de difusión de resultados…… 40

6. RESULTADOS..... 41

6.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO..... 41

6.2. ALTURA DE PLANTAS..... 42

6.3. DIÁMETRO DE REPOLLOS..... 42

6.4. DÍAS A LA COSECHA..... 45

6.5 RENDIMIENTO..... 46

6.6 ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO..... 47

6.7 COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS..... 50

6.8 ANÁLISIS ECONÓMICO..... 52

7. DISCUSIÓN……... 54

7.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO..... 54

7.2. ALTURA DE PLANTAS…… 54

7.3. DIÁMETRO DE REPOLLOS..... 54

7.4. DÍAS A LA COSECHA..... 55

7.5. RENDIMIENTO..... 55

7.6. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO..... 55

7.7. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS……. 56

7.8. ANÁLISIS ECONÓMICO……. 56

8. CONCLUSIONES..... 58

9. RECOMENDACIONES..... 60

10. BIBLIOGRAFÍA..... 61

11. ANEXOS…….. 64

# ÍNDICE DE CUADROS

**pág.**


| | | |
|---|---|---|
| CUADRO 1. | Composición química de los estiércoles…… | 28 |
| CUADRO 2. | Valores de micronutrientes de los estiércoles de bovino y gallina…….. | 29 |
| CUADRO 3. | Tratamientos de Abono Orgánico (compost)……. | 37 |
| CUADRO 4. | Esquema del análisis de varianza (ADEVA) para el ensayo……. | 37 |
| CUADRO 5 | ADEVA y promedios de tratamientos sobre porcentaje de prendimiento de plántulas de lechuga…….. | 41 |
| CUADRO 6. | ADEVA y Prueba Tukey sobre altura de plantas…….. | 42 |
| CUADRO 7. | ADEVA y Prueba Tukey sobre diámetro de lechuga…… | 44 |
| CUADRO 8. | ADEVA y Prueba Tukey sobre rendimiento de lechuga | 46 |
| CUADRO 9. | Comparación de los niveles de nutrientes en el suelo luego de un cultivo de lechuga……. | 47 |
| CUADRO 10. | Costos de producción de un cultivo de lechuga…… | 50 |
| CUADRO 11. | Análisis económico del cultivo de lechuga, con aplicación de diferentes dosis de compost……. | 53 |
| CUADRO 12. | Análisis marginal de costos del cultivo de lechuga, con aplicación de diferentes dosis de compost…… | 53 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

**pág.**


FIGURA 1. Porcentaje de prendimiento de plántulas de lechuga……. 42

FIGURA 2. Altura de plantas de lechuga……... 43

FIGURA 3. Diámetro de repollos de lechuga…… 45

FIGURA 4. Rendimiento de repollos de lechuga…….. 47

FIGURA 5. Comparación de variación del nivel de materia orgánica en el suelo…….…….. 48

FIGURA 6. Comparación de variación del nivel de nitrógeno amoniacal, en el suelo…….……. 48

FIGURA 7. Comparación de variación del nivel de fósforo en el suelo… 49

FIGURA 8. Comparación de variación del nivel de potasio en el suelo... 50

FIGURA 9. Costos de producción para una hectárea de lechuga……. 52

# ÍNDICE DE FOTOS


| | | pág. |
|---|---|---|
| FOTO 1. | Mapa del sitio experimental……..…….…… | 35 |
| FOTO 2. | Preparación del suelo…… …… | 72 |
| FOTO 3. | Preparación del suelo…… | 72 |
| FOTO 4. | Delimitación de parcelas…… | 72 |
| FOTO 5. | Delimitación de parcelas…… …… | 72 |
| FOTO 6. | Elaboración de surcos…… …… | 73 |
| FOTO 7. | Elaboración de surcos…… …… | 73 |
| FOTO 8. | Trasplante……..…… | 73 |
| FOTO 9. | Trasplante……..…… | 73 |
| FOTO 10. | Trasplante……..…… | 74 |
| FOTO 11. | Trasplante……..…… | 74 |
| FOTO 12. | Labores culturales…… | 74 |
| FOTO 13. | Labores culturales…… | 74 |
| FOTO 14. | Altura de planta 20 días……....…… | 75 |
| FOTO 15. | Altura de planta 40 días……....…… | 75 |
| FOTO 16. | Altura de planta 60 días……....…… | 75 |
| FOTO 17. | Altura de planta 90 días……....…… | 75 |
| FOTO 18. | Diámetro de planta 20 días…… ……..… | 76 |
| FOTO 19. | Diámetro de planta 40 días…… ……..… | 76 |
| FOTO20. | Diámetro de planta 60 días…… ……..… | 76 |
| FOTO21. | Diámetro de planta 90 días…… ……..… | 76 |
| FOTO22. | Cosecha de lechugas……..…… | 77 |
| FOTO 23. | Cosecha de lechugas……..……... | 77 |

FOTO 24. Rendimiento de lechugas…….. …….. 77

FOTO 25. Rendimiento de lechugas…….. …….. 77

FOTO 26. Visita de campo…….....……... 78

FOTO 27. Ensayo de lechuga..…….....…….. 78

# 1. TÍTULO

## ESTUDIO DE TRES NIVELES DE COMPOST EN EL CULTIVO DE LA LECHUGA VARIEDAD REPOLLO (*Lactuca sativa* L.), EN SUELOS ANDISOLES

# 2. RESUMEN

El estudio de la presente investigación se desarrolló en el Cantón Quito, provincia de Pichincha, su finalidad fue conocer el efecto de la aplicación de tres niveles de compost en la producción de lechuga de repollo.El área experimental fue de: 287m$^2$ (10.55m x 27.2m), se ubicaron 12 parcelas (20.8 m$^2$). Se evaluaron cuatro tratamientos, provenientes de la aplicación de tres niveles de compost (t2 5ton/ha, t3 10ton/ha y t4 15ton/ha) mas el testigo (sin compost). Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA).Las variables analizadas fueron: Porcentaje de prendimiento, altura de plantas, diámetro de plantas, días a la cosecha, porcentaje de la materia orgánica,costos de producción de los tratamientos yanálisis económico.

Manejo del Ensayo.La preparación del terreno se realizó de forma manual; las labores realizadas fueron: virada, rastrillada, nivelada, incorporación del compost y surcada.La aplicación del compost se realizó según los tratamientos, cuatro semanas antes del trasplante al voleo, incorporándolo al suelo con la utilización de azadón.La cosecha se realizó de forma manual cuando el cultivo alcanzó su madurez comercial.

Entre los principales resultados obtenidos se encuentra que: el porcentaje de prendimiento promedio fue del 97%; en altura de plantas, existen diferencias significativas para tratamientos, siendo el t4(15ton/ha) el de mejor respuesta a los 20, 40, 60 y 90 días con 8,53 cm/planta, 12,97 cm/planta, 18,15 cm/planta y 20,10 cm/planta respectivamente, la menor repuesta la obtuvo t1 (Testigo) con 6,43cm/planta, 10,93cm/planta, 14,13cm/planta, 15,58cm/planta. El diámetro de repollos, muestra diferencias significativas para tratamientos, siendo el t4 (15ton/ha) el de mejor respuesta con 58,63cm/repollo a la cosecha, la menor repuesta la obtuvo t1 (Testigo) 40,62cm/repollo a los 90 días.La cosecha se realizóa los 90 días de cultivo. El rendimiento presenta diferencias significativas para tratamientos, siendo el t4(15ton/ha) el de mejor respuesta con

28369,05kg/ha; mientras que la menor respuestael t1 (testigo) con 11339,29kg/ha. Del análisis de materia orgánica, se observa que existe un incremento en los tres tratamientos, el mayor incremento lo registra t4 (15 ton/compost/ha. En los costos de producción de los tratamientos, se observa que el testigo, tuvo el menor costo, ya que no se incurrió en aplicación alguna; y, el t4 tuvo el mayor costo, debido a alta cantidad de compost aplicado. Del análisis económico se determina que la mejor relación B/C es del tratamiento t4 (15 ton/ha) con 1,74, lo que indica que por cada dólar invertido obtiene 0,74USD de ganancia por cada ciclo de cultivo; en tanto que, el t1 (testigo) con su relación B/C de 0,86 muestra pérdidas en lugar de ganancias, por cada dólar de inversión pierde 0,14USD.

De los resultados y conclusiones se recomienda lo siguiente: Realizar aplicaciones de compost en una dosis de 15 ton compost/ha previo al trasplante, para mejorar el porcentaje de prendimiento de plántulas y optimizar el desarrollo de este cultivo (altura, diámetro de repollo, rendimiento). Es recomendable realizar aplicaciones de compost al suelo para mejorar las condiciones físico- químicas de la misma, principalmente la materia orgánica que favorece a los nutrientes en el suelo. Implementar el uso de análisis de suelo, como una herramienta para conocer el requerimiento nutricional del mismo. Implementar el uso de análisis de abonos, como una herramienta para conocer su composición nutricional, de esta manera realizar usar una dosis adecuada. De acuerdo a la rentabilidad se recomienda realizar aplicaciones de compost, ya que la inclusión de esta tecnología beneficia al productor al mejorar sus rendimientos.

# ABSTRACT

The study of the present research was developed in the Quito Canton, Pichincha province, its purpose was to know the effect of the application of three levels of compost in the production of lettuce of cabbage. In an experimental area of: 287m$^2$ (10.55m x 27.2m) there were located 12 plots (of 20.8 m$^2$). There were evaluated four treatments originated from the application of three levels of compost (t2 5 ton/ha, t3 10 ton/ha and t4 15 ton/ha) more the witness (t1).It was used a (RCBD) Randomized Complete Block Design. The variables analyzed were: germination percentage, plant height, diameter of plants, days to harvest, percentage of organic matter, production costs of the treatments and economic analysis.

Management of the test. The application of the compost was realized in accordance with the treatments, four weeks before the transplant, to broadcast, by incorporating this in to the ground with the use of hoe. All the cultural work is carried out manually with hoe. The harvest was realized of manual form when the cultivation reached its commercial ripeness.

Among the main results are: the percentage of surviving of seedlings was 97%. In plants heightthere were significant differences for treatments, being the t4 (15 Ton/has) best response at 20, 40, 60 and 90 days with 8.53 cm/plant; 12.97 cm/plant, 18.15 cm/plant, 20.10 cm/plant respectively, the lowest response obtained t1 (witness) 6.43 cm/plant, 10.93 cm/plant, 14.13 cm/plant, 15.58 cm/plant. The cabbages diameter there are significant differences for treatments, being the t4 (15 ton/has) best response to the 90 days with 58.63 cm/cabbage respectively, the lowest response obtained t1 (witness) 40.62 cm/cabbage. The harvest was realized to 90 days of cultivation. Yield. It presents significant differences for treatment, being the t4 (15 Ton/ha) best response with 28369.05 kg/ha, while the less responsive the t1 (witness) with 11339.29 kg/ha. The analysis of organic matter, it is observed that an increase

exists in three treatmentsthe biggest increase registers it t4 (15 ton / compost /ha). In the costs of production of the treatments, it is observed that the witness, had the lowest cost, since it did not incur in any application, t4 higher cost due to high amount of compost applied. Economic analysis is determined that the best relation B/C is of the treatment it is t4 (15 ton/ha) with 1,74, which indicates that for every invested dollar gets 0.74 USD gain per crop cycle; While t1 (witness) with its B/C ratio of 0.86 shows losses instead of profits, for every dollar of investment lost 0.14 USD. Marginal cost analysis shows that changing technology t1 (0 ton compost/has) to t3 (10 ton/has) are optimized costs based on the yields and revenues.

Of the results and conclusions the following thing is recommended: To realize compost applications in a dose of 15 ton compost / there is before one to the transplantation, to improve the percentage of taking of seedlings and improve the development of this crop (height, diameter of cabbage, performance). It is recommended to realize applications of compost to the soil conditions to improve the physical-chemical of the same, principally the organic matter that it favors to the nutrients in the soil. To implement the use of analysis of soil, like a tool to know the nutritional request of the same one in this way to use an appropriate dose. According to profitability is recommended to compost applications, since the inclusion of this technology benefits the producer to improve their yields

# 3. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en el Ecuador, se proyecta con éxito en mercados locales e internacionales, dada su gran calidad, lo cual motiva que más agricultores incursionen en este tipo de cultivos. La agricultura convencional, ha alcanzado altos niveles de rendimiento debido al uso de grandes cantidades de insumos sintéticos como: fertilizantes y plaguicidas químicos, desconociendo la afección que este exceso de estos causa al ambiente.

Tal vez, la mejor opción sea ir sustituyendo gradualmente el uso de químicos inorgánicos por abonos orgánicos hasta lograr un equilibrio que permita cierta rentabilidad, sin menos cabo de los recursos naturales; en otras palabras procurar una agricultura más sostenible que la actual, pero sin causar una debacle económica, en las ya deterioradas condiciones económicas de nuestros productores rurales.

Para obtener una agricultura orgánica utilizamos conocimientos y técnicas de nuestros antepasados, buscando enriquecer a nuestros cultivos, aprovechando los desperdicios de casa, restos de cosechas, estiércoles de animales domésticos y plantas con características endopatógenas, que manejados bajo un adecuado proceso de transformación se convierten en abonos orgánicos con altos contenidos nutricionales, buscando de esta manera alcanzar un equilibrio en nuestro medio ambiente. La adopción de este tipo de prácticas, incentivada por la aceptación del público consumidor hacia un pago justo por productos de mejor calidad, sin duda mejorarán las condiciones para alcanzar una agricultura sostenible.

La concienciación y reducción en el uso de insumos químicos en los procesos de producción de hortalizas para consumo local y exportación,

garantiza la obtención y oferta de productos limpios, aptos para el consumo humano, al mismo tiempo brinda ventajas económicas a los agricultores, quienes obtienen mejores precios en el mercado, en comparación a los productos obtenidos en forma tradicional; ya que, en el caso particular de la lechuga orgánica, se hapopularizado su consumo dadas sus bondades nutricionales como fuente de vitaminas como la A, E,K, ácido fólico y minerales, considerada ingrediente básico de las dietas bajas en calorías.

Por todo esto es importante determinar la producción y rendimiento de estos nuevos cultivares de lechuga en diferentes sistemas de producción como el cultivo orgánico que cada día cobra mayor importancia, ya que representa una nueva tendencia que promueve el uso de insumos alternativos a fin de lograr el aprovechamiento adecuado de los recursos locales existentes, para llegar a una producción agropecuaria limpia y sostenida.

La producción de hortalizas de manera tradicional en el sector de la Venecia y a nivel nacional se realiza mediante la aplicación de fertilizantes químicos, los mismos que están dañando nuestros suelos, provocando la acidificación de los mismos, es lo que este trabajo de investigación trata de cambiar e incentivar a los agricultores del sector en la utilización de los abonos orgánicos, para de esta manera aprovechar los desperdicios que se tienen en los hogares y también los restos de cosechas anteriores.

Los agricultores en su mayoría no tienen conocimiento sobre las bondades que nos pueden ofrecer los abonos orgánicos, ni la gran variedad que de ellos existen; por lo que, con este trabajo queremos presentar las bondades en aplicaciones de uno de ellos, el compost, en el cultivo de la lechuga variedad repollo.

Esta investigación esta dirigida a los pequeños agricultores de nuestro país, especialmente a los del sector de la Venecia, para que sepan aprovechar

todos sus desperdicios y puedan tener productos libres de contaminantes y los puedan consumir sin ningún riesgo, así los objetivos fueron:

- Evaluar el efecto del compost aplicado al cultivo de lechuga, variedad repollo.
- Evaluar el efecto a la aplicación de tres niveles de compost en el cultivo de lechuga variedad “repollo”.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.
- Difundir los resultados a estudiantes y moradores del sector.

# 4. REVISIÓN DE LITERATURA

## 4.1. ORIGEN

El origen de la lechuga al parecer no es muy claro, sin embargo algunos autores afirman que es procedente de la India, hasta nuestros días los botánicos no se ponen de acuerdo, por existir un seguro antecesor de la lechuga, *Lactuca scariola* L. que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas (Mallar, 1978), siendo las variedades cultivadas actualmente una hibridación entre especies distintas.

Importantes referencias sobre la lechuga realiza, el griego Florentino, el mismo que vivió en la primera mitad del siglo III. En sus relatos la describe como una verdura jugosa y refrescante, ideal para combatir inflamaciones ardientes, soporífero insuperable y estimulante de la leche. Su consumo disminuyó incomprensiblemente en la Edad Media, se asegura que fue traída a América por Colón, en el año 1494, junto a un cargamento de diversas semillas. Sus distintas variedades llamaron siempre la atención, al parecer, las más conocidas eran las de hoja suelta; en tanto que las acogolladas no se conocieron en Europa sino hasta el siglo XVI. Doscientos años después, y gracias a varios estudios realizados por horticultores alemanes, se crearon numerosos y diversos tipos de lechuga.

## 4.2. IMPORTANCIA

Hoy en día, el cultivo de la lechuga está ampliamente difundido, su siembra se encuentra en zonas templadas de todo el mundo y en invernaderos. La medicina naturista le ha otorgado un sitial preponderante, pues la consideran una verdadera panacea para combatir una gran cantidad de enfermedades y males(www.sttp://urbanext.illinois.edu/veggies_sp).

Sostienen que es un excelente diurético, que ayuda a los aparatos digestivo y respiratorio, que combate los ataques de asma y los espasmos bronquiales, además de servir como analgésico, colirio ocular y desodorante natural, entre otras miles de aplicaciones. Además, es un magnífico alimento por su gran aporte de vitaminas y minerales (www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.html).

### 4.2.1. Composición Química

Como sabemos la lechuga tiene muy poco valor nutritivo, con un alto contenido de agua entre el 90 al 95%, es muy rica en antioxidantes, como la vitamina A, C, E, B1, B2, B3, y K minerales: fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos. Las hojas exteriores más verdes son las que tienen mayor contenido de vitamina C y hierro. (www.euroricidentes.com/alimentos/lechuga.html)

## 4.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

De acuerdo al sistema Cronquist:

| | |
|---|---|
| Reino: | Plantae. |
| Subreino: | Embryobionta |
| Clase: | Magnoliopsida |
| Subclase: | Asteridae |
| Orden: | Asterales |
| Familia: | Asteraceae |
| Género: | Lactuca |
| Especie: | Sativa |
| Nombre científico: | *Lactuca sativa* |
| Nombre común: | Lechuga |

## 4.4. DESCRIPCION BOTÁNICA

### 4.4.1. Raíz.

La raíz de la lechuga es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm. Esta hortaliza posee un sistema radicular bien desarrollado, estando de acuerdo la ramificación a la compactación del suelo; así un suelo suelto tendrá lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto (Angulo, 1998).

### 4.4.2. Tallo.

El tallo de la lechuga es muy corto y al llegar a la floración se alarga hasta un metro, desarrollando un capitulo de 15 a 25 flores de color amarillo, pequeñas, reunidas en anchas cimas corimbosas y con numerosas bractéolas. (Inty, 2001)

En todas las especies de lechuga se encuentra un jugo lechoso al interior del tallo; es el que da el nombre al género *Lactuca* al cual pertenece la lechuga, que viene de la palabra latina lac, que se refiere a dicho jugo. (Angulo, 1998).

### 4.4.3. Hojas.

Sus hojas son basales numerosas y grandes en densa roseta, además ovales, oblongas, brillantes y opacas, dependiendo del tipo y variedad. En variedades de repollo, las hojas bajeras son grandes, alargadas, las mismas que van tomando la forma de repollo.

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

### 4.4.4. Semillas.

La semilla de lechuga es de color blanco o negro, pequeño, alargado de aproximadamente 3 mm de largo. En su base está elpapus o vilano, que se desprende dejando el fruto limpio. Cada grano de semilla posee de 500 a 900 frutos. (http://www.infoagro.com/industriaauxiliar/altas temperaturas)

## 4.5. VARIEDADES

### 4.5.1. Acogolladas (repollo) (*Lactuca sativa*var. Capitata).

Estas lechugas forman un cogollo apretado de hojas. Batavia, mantecosa o trocadero, iceberg, presentan cabezas medianas 300- 600g.

### 4.5.2. Lechuga Romana.(*Lactuca sativa*var. Longifolia).

Es la más tradicional aunque en los últimos años ha sido sustituida por otras variedades. Como no forma un cogollo muy consistente es necesario atar las hojas dos semanas antes de la cosecha para blanquearlas.

### 4.5.3. De hojas sueltas. (*Lactuca sativa*var. Inybabacea).

De hojas sueltas y dispersas. Lollorossa, Green salad bowl.

### 4.5.4. Lechuga de hoja roble.

Las hojas son de color rojizo y muy ondulado, siempre da color a las ensaladas. Red salad bowl.(www.infroagro.com)

## 4.6. MEJORA GENÉTICA

Todos los objetivos que se persigue al realizar una mejora genética es basarse en la obtención de nuevos tipos de lechuga y la reducción del tamaño. También se busca mejorar la calidad: basándose fundamentalmente en la formación de los cogollos, haciéndolos más compactos.

Además de lo anteriormente mencionado se destaca la tolerancia a la subida de la flor, incluyendo la producción de semillas libres de virus.

### 4.6.1. Germinación.

Para la germinación de la semilla de lechuga se necesita una humedad en el suelo del 50% sobre el porcentaje de marchites permanente. Si la temperatura es óptima y se ha sembrado a 2.5 cm de profundidad la plántula tarda en aparecer de dos a tres días. A temperaturas menores de $10^0$C y mayores de $30^0$C su germinación disminuye menos un 50%.

### 4.6.2. Crecimiento vegetativo.

La duración del ciclo vegetativo depende del cultivar y de la época del cultivo. Se estima que la lechuga tiene una etapa de almacigo de entre 4 a 5 semanas y una etapa de campo que oscila entre las 6 a 7 semanas, según las necesidades del mercado.

### 4.6.3. Floración.

Por tratarse de una planta autógama, florece al primer año de cultivo. La recolección de las semillas se hace antes de su maduración completa para evitar la dispersión de las mismas, pueden obtenerse entre 500 y 700 kg/ha, pudiendo sobrepasar en ocasiones los 1000 kg de semilla/ha. (www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm)

## 4.7. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICOS

### 4.7.1. Temperatura.

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20ºC. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18ºC por el día y 5-8ºC por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de

temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12ºC por el día y 3-5ºC por la noche.

El cultivo de la lechuga soporta mejor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 ºC y como mínima temperaturas de hasta 6 ºC.

Cuando el cultivo de la lechuga está expuesto a temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna deficiencia nutricional.

### 4.7.2. Luminosidad.

La lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperiodo largo (más de 12 horas luz) acompañado de altas temperaturas (más de 26°C) emite su tallo floral, siendo más sensibles las lechugas de hoja que las de cabeza.

El cultivo de lechuga necesita de mucha luz, se ha comprobado que la escasez de luz provoca que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas se suelten. Es recomendable considerar este factor para la densidad de población adecuada y para evitar el problema de la sombra entre plantas.

La productividad del cultivo de las lechugas, así como su color, sabor y textura, depende en gran parte de una alta luminosidad solar. Por esta razón la ubicación de nuestro país es óptima para este tipo de cultivo especialmente en los pequeños valles interandinos.

### 4.7.3. Precipitación.

Este cultivo requiere precipitaciones que fluctúen entre los 1200 a 1500 mm anuales, necesitando entre 250 a 350 mm durante su período vegetativo. Cuando existe un exceso de humedad es muy perjudicial para este tipo de cultivo pues favorece la proliferación de las enfermedades fungosas y bacterianas.

### 4.7.4. Humedad relativa

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta de muy mala manera un periodo de sequía, aunque éste sea transitorio.

La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan. (IICA, http//www.slhfarm.com/lechugaguia.html)

### 4.7.5. Altitud.

La lechuga se desarrolla bien entre los 1 800 a 2 800 m.s.n.m. Producen bien entre los 2 200 a 2 600 m.s.n.m.

### 4.7.6. Suelo.

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros franco, franco - arenoso, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En cultivos de verano, son preferibles los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido. (Inty, 2011)

En los suelos humíferos, la lechuga se adapta bien, pero si son excesivamente ácidos nos veremos en la necesidad de encalar. El cultivo, en ningún momento admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello.

Cuando un suelo es rico en materia orgánica, al retener agua y presentar buen drenaje, favorece al sistema radicular de la lechuga y así puede suplir la demanda de altos volúmenes de agua por parte del cultivo. (IICA, http//www.slhfarm.com/lechugaguia.html)

## 4.8. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

### 4.8.1. Labores Pre-culturales:

Entre las principales labores de preparación del suelo para el cultivo de la lechuga se encuentran las siguientes:

#### 4.8.1.1. Arada.

La primera labor de arada se debe realizar con una anticipación de 30-40 días antes del trasplante, a una profundidad de 30 cm, con el propósito de roturar el suelo, airearlo y exponerlo a la acción de los agentes meteorológicos y controladores naturales, a fin de que estos eliminen a adultos, huevos y larvas de insectos plagas, como agentes patógenos que se encuentran en el campo.

Esta labor se realizará según sea el caso con herramientas manuales de labranza, arado de yunta o con tractor. Cuando se realice esta labor debe evitarse voltear o invertir los horizontes del suelo para no alterar su actividad biológica. Las malezas que brotan rápidamente pueden ser eliminadas con un arado cruzado.

#### 4.8.1.2. Rastrada y Nivelada.

Esta labor tiene la finalidad de mullir el suelo. Es recomendable realizar por lo menos dos o tres pasadas con la rastra, en la primera pasada se deberán incorporar los abonos orgánicos, mientras que con la segunda y tercera se complementa la labor de desmenuzamiento del suelo, así también se nivela el campo dejándolo listo para la siembra.

#### 4.8.1.3. Drenajes.

Algunos suelos como los arcillosos tienen grandes tendencias a encharcarse durante el período de lluvias de esta manera crean un ambiente propicio para el desarrollo de organismos patógenos y al desecarse tienden a compactarse, impidiendo la emergencia de las semillas o dificultando el desarrollo del sistema radicular de los cultivos causando grandes pérdidas a los horticultores.

A estos suelos se los puede drenar construyendo zanjas (de 30 a 40 cm de profundidad x 50 cm de ancho), a cada 50 a 100 m en suelos que tengan entre 0 a 3% dependiente, y cada 15 a 20 m en contra de la pendiente.

#### 4.8.1.4. Elaboración de surcos.

Es la tarea final que correspondiente a la preparación del suelo y responde al sistema de riego a utilizarse. Esta labor se hará con dos a tres días de anticipación al trasplante utilizando implementos mecánicos o herramientas manuales de labranza. Los surcos se deberán trazar siguiendo la curva de nivel del suelo a fin de evitar que el agua los erosione por efecto del arrastre de materiales.

#### 4.8.1.5. Trasplante.

El trasplante se lo debe realizar cuando las plántulas tengan de 3 a 5 hojas, y una altura aproximada de 10 a 12 cm. Se recomienda seleccionar

plántulas uniformes, vigorosas y sanas a fin de garantizar la homogeneidad de la plantación.

Previo al trasplante se debe regar el suelo hasta capacidad de campo con el propósito de crear las condiciones adecuadas de humedad para de esta manera evitar que las plántulas sufran un "shock fisiológico" prolongado, y se arraiguen es decir se adapten a su nuevo espacio fácilmente.

El trasplante no se lo debe realizar en las horas de calor, es recomendable hacerlo por la mañana o en las últimas horas del día, prefiriendo los días nublados y si es posible correspondientes a los primeros días del menguante, regando inmediatamente después de haber realizado la plantación.

#### 4.8.1.6. Densidad de Siembra.

La distancia de siembra recomendada es de 0.40 m entre surcos y 0.25 m. entre plantas.(Tiscornia, 1989)

### 4.8.2. Labores Culturales

#### 4.8.2.1. Fertilización.

La fertilización para todo cultivo, en especial de la lechuga se lo debe realizar en base al análisis químico del suelo, pero como vamos a utilizar abonos orgánicos también es recomendable realizar un análisis químico de los mismos.

#### 4.8.2.2. Abonado.

El 60 a 65% de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo, por lo que la aplicación del abono orgánico se lo debe realizar antes del trasplante.

La lechuga es una planta exigente en lo que se refiere al potasio, por lo que se debe tener muy en cuenta los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas; por lo que se deduce que al consumir más potasio va a absorber más magnesio, por lo que se debe tener muy en cuenta a la hora de equilibrar estos dos elementos y pueda existir una posible carencia.

Sin embargo, debemos evitar los excesos de abonado, especialmente en el nitrogenado, con objeto de prevenir posibles fitotoxicidades por exceso de sales, para de esta manera conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de los cogollos.

#### 4.8.2.3. Riegos.

El número de riegos dependerá de las circunstancias meteorológicas y la capacidad del terreno para retener la humedad, pero pueden cifrarse aproximadamente de 8 a 12 riegos según la época de cultivo.

Existen distintas maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad y el riego por aspersión, pero cada vez están más en recesión, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20%.

Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la parte vegetativa que toma contacto con el suelo.

Se recomienda el riego por aspersión en los primeros días post-trasplante, para conseguir que las plantas agarren bien en su sitio definitivo de vida.

#### 4.8.2.4. Deshierbas.

Cuando la preparación de los suelos es de buena calidad, las deshierbas son mínimas y esporádicas, sin embargo, el cultivo de hortalizas en general requiere de labores de deshierba en sus primeros estados a nivel de campo la forma de evitar la competencia de luz, agua y nutrientes por parte de las malezas, posteriormente la densidad del cultivo cubre el campo permitiendo reprimir de manera natural el crecimiento de las malas hierbas

.

Siempre que las malas hierbas estén presentes en el cultivo será necesaria su eliminación, pues la lechuga no admite competencia con ellas. Dicho control debe realizarse de manera integrada, procurando minimizar el impacto ambiental de las operaciones de escarda.

Debemos tener en cuenta que en el periodo próximo a la recolección, las malas hierbas pueden sofocar a la lechuga, creando un ambiente propicio al desarrollo de enfermedades que invalida el cultivo. Además las virosis se pueden ver favorecidas por la presencia de algunas malas hierbas.

#### 4.8.2.5. Aporques.

Con la primera deshierba se realizará una labor de aporque para fijar bien la planta al suelo, y de esta manera evitamos el encharcamiento en suelos poco permeables y en caso de prolongada pluviosidad.

#### 4.8.2.6. Cosecha.

La madurez de la lechuga se basa en la compactación de la cabeza, aproximadamente entre 100- 150 días. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura. Las cabezas

inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobre maduras y también tienen menos problemas en postcosecha.

Lo más aconsejado es el empleo de sistemas de recolección mixtos que racionalizan la cosecha a través de los cuales solamente se cortan y transportan las lechugas maduras, para ser almacenadas posteriormente en un galpón.

#### 4.8.2.7. **Almacenamiento**.

Para optimizar la vida útil de la lechuga durante el almacenamiento lo ideal es obtener una temperatura de 0ºC y una humedad relativa mayor del 95%.

Durante el almacenamiento pueden producirse pudriciones blandas bacterianas, causadas por numerosas especies de bacterias, dando lugar a una destrucción legamosa del tejido infectado. Las pudriciones blandas pueden dar pie a infecciones por hongos. La eliminación de las hojas exteriores, enfriamiento rápido y una baja temperatura de almacenamiento reducen el desarrollo de las pudriciones blandas bacterianas.

Los hongos pueden producir una desorganización acuosa de la lechuga causado por *Sclerotinia* o por *Botritiscinerea*, estas se distinguen de las pudriciones blandas bacterianas por el desarrollo de esporas negras y grises. La eliminación de las hojas y la baja temperatura también pueden reducir la severidad de estas pudriciones.

### 4.8.3. <u>Plagas</u>

#### 4.8.3.1. **Trips**. (*Thripstabaci*)

El adulto de *Frankliniellaoccidentalis* mide 1.5 mm. De longitud, es alargado. Es una plaga altamente dañina, más que por el efecto directo de sus

picaduras, por trasmitir a la planta el Virus del Bronceado del Tomate (TSWV). La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares y mueren.

Como parte de los métodos culturales, evitar el uso de material vegetal contaminado, desplazar los cultivos de lechuga en el tiempo para no coincidir, fundamentalmente en las primeras fases vegetativas, con poblaciones altas de trips, eliminar las malas hierbas y restos vegetales antes de la plantación.En invernaderos colocar mallas para evitar la entrada de trips y colocar también trampas para detectar la presencia de los primeros individuos.

#### 4.8.3.2. **Minadores**. (*Liriomizatrifolii y Liriomizahuidobrensis*)

Estos tienden a formar galerías en las hojas y cuando el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada, es indispensable dar un tratamiento cuando se vean las primeras galerías de minadores.

#### 4.8.3.3. **Mosca Blanca.** (*Trialeurodesvaporariorum*)

Esta plaga produce un debilitamiento general de la planta picando y absorbiendo los jugos.

#### 4.8.3.4. **Pulgones**. (*Myzuspersicae, Narsonoviaribisnigri* **y otros)**

Se trata de una plaga sistemática en el cultivo de la lechuga. El ataque de los pulgones se presenta cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque también podemos encontrar ataque de pulgones en plantas jóvenes, y si este ataque es grande, puede arrasar el cultivo. También trasmite virus

#### 4.8.3.5. **Gusano de Alambre.** (*Agrioteslineatus*)

Normalmente viven en el suelo y ocasionan graves daños al comer las raíces de la lechuga. Además, se puede mencionar que estas galerías son puerta de entrada de enfermedades producidas por hongos del suelo. Es

importante un tratamiento del suelo antes de sembrar, mediante métodos de control etológico como la implementación de trampas, *Metarhiziumanisopliae*(Metschnikoff) y *Beauveria*sp., sobre larvas.

#### 4.8.3.6. **Gusano Gris.** (*Agrotissegetum*)

Esta oruga produce daños seccionando por el cuello a las plantas más jóvenes y quedan tronchadas. Se debe escarbar al pie de las plantas para poder descubrirlos.

#### 4.8.3.7. **Mosca del Cuello.** (*Phorbiaplatura*)

Son las larvas dípteros que atacan a la lechuga dañando su calidad, depreciando su valor comercial.

#### 4.8.3.8. **Rosquilla.** (*Spodopteralittoralis*).

Las hojas de la lechuga son mordidas por estos gusanos y pueden causar enormes daños a las cosechas.(Suquilanda, 1995)

#### 4.8.3.9. **Caracoles y Babosas.**

Muerden las hojas produciendo graves daños a la lechuga estropeando las cosechas. (Inty, 2011)

### 4.8.4. <u>Enfermedades</u>

#### 4.8.4.1. **Antracnosis** (*Marssoninapanattoniana*)

Los daños se inician con lesiones de tamaño de la punta de un alfiler, éstas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, que llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm.Control: desinfección del suelo y de la semilla con ceniza, soluciones de ortiga o ajo.

#### 4.8.4.2. **Botritis o Moho Gris** (*Botrytiscinerea*)

Los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que al pasar de los días se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas. Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro.

Esta enfermedad la podemos controlar a partir de medidas preventivas basadas en la disminución de la profundidad y densidad de plantación, además de reducir los excesos de humedad.

#### 4.8.4.3. **Mildiu Velloso** (*Bremialactucae*)

En el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio velloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo.

Los ataques más importantes y dañinos de esta plaga se presentan en otoño y primavera, que es cuando suelen presentarse periodos de humedad prolongada, además las conidias del hongo son transportadas por el viento dando lugar a nuevas infecciones.

#### 4.8.4.4. **Esclerotinia**(*Sclerotiniasclerotiorum*)

Se trata de una enfermedad del suelo, por tanto las tierras nuevas están exentas de este parásito o con infecciones muy leves.

La infección se empieza a desarrollar especialmente sobre los tejidos cercanos al suelo, por lo que podemos decir que el cuello de la planta es donde se inician y permanecen los ataques. Sobre la planta produce un

marchitamiento lento en las hojas, iniciándose en las más viejas, y continúa hasta que toda la planta queda afectada.

En el tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba en el tallo principal.

#### 4.8.4.5. **Virus del Mosaico de la Lechuga** (LMV)

Es una de las principales virosis que afectan al cultivo de la lechuga y causa importantes daños. Se transmite por semilla y por pulgones.

Los síntomas producidos pueden empezar incluso en el semillero, presentando moteados y mosaicos verdosos que se van acentuando al crecer las plantas, dando lugar a una clorosis generalizada, en algunas variedades pueden presentar clorosis foliares. No tiene cura.(http:// www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm)

## 4.9. AGRICULTURA ORGÁNICA

### 4.9.1. Definición

Según la FAO, existen muchas explicaciones y definiciones de la agricultura orgánica, pero todas coinciden en que se trata de un método que consiste en la gestión del ecosistema en vez de la utilización de insumos agrícolas. Un sistema que comienza por tomar en cuenta las posibles repercusiones ambientales y sociales eliminando la utilización de insumos, como fertilizantes y plaguicidas sintéticos, medicamentos veterinarios, semillas y especies modificadas genéticamente, conservadores, aditivos e irradiación. En vez de todo esto se llevan a cabo prácticas de gestión específicas para el sitio que se esté trabajando, que mantienen e incrementan la fertilidad del suelo a largo plazo y evitan la propagación de plagas y enfermedades.

"La agricultura orgánica es un sistema global de gestión en la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión prefiriéndolas respecto al empleo de insumos externos a la finca, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requerirán sistemas adaptados localmente. Esto se consigue, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema". (Comisión del Codex Alimentarius, 1999)

La agricultura orgánica no es simplemente una agricultura convencional sin el uso de plaguicidas o fertilizantes sintéticos. Mientras que los métodos de agricultura convencional tratan de sustituir los procesos naturales de producción, la agricultura orgánica trata de realzarlos, utilizando un sistema que, en gran medida, imita los ecosistemas naturales en términos de especies y diversidad de niveles nutritivos óptimos.

La agricultura orgánica (sostenible, ecológica, natural, regenerativa, biodinámica, etc.) no representa el retorno a los métodos agrícolas primitivos ni significa un retroceso en el desarrollo; sin embargo, en ella se combinan los métodos tradicionales de conservación del medio y el equilibrio biológico con la tecnología moderna.

### 4.9.2. Importancia

Los actuales problemas de contaminación, erosión y degradación de los suelos nos han llevado a replantear las formas de cultivo, pensando en una agricultura sostenible, que asegure los recursos naturales para las futuras generaciones. Para muchos una forma de lograr la sostenibilidad es usando únicamente insumos orgánicos, pensando que de esta forma se evita la contaminación de los suelos y el ambiente con residuos tóxicos, mejora el sabor y calidad de los productos y los hace más saludables.

La gran incógnita es si la agricultura orgánica puede o no satisfacer la demanda mundial de alimentos, en realidad por sus altos costos y bajos rendimientos la agricultura orgánica está dirigida principalmente a las personas con mayor capacidad adquisitiva, obligando a que el uso de abonos inorgánicos continúe.

Para nuestro país se abren muchos mercados principalmente en Norteamérica y Europa para productos cultivados orgánicamente con la debida certificación.

La agricultura orgánica utiliza equipos modernos, semilla certificada, prácticas de conservación del agua y las últimas innovaciones en la alimentación y el manejo del ganado. Esta filosofía de la agricultura pone énfasis en la rotación de cultivos, en la recuperación de los suelos, la diversificación de los cultivos, el ganado el control de las enfermedades y plagas de las cosechas y el ganado por medios naturales. Además, se trata de remplazar en lo posible los suministros externos, principalmente de químicas industriales y energía fósil, por recursos internos o que puedan obtenerse cerca de la granja.

Los recursos internos incluyen el uso de la energía solar y eólica y el biogas, el control de las plagas por métodos biológicos y la fijación del nitrógeno, así como la liberación de otros nutrimentos de la materia orgánica y las reservas del suelo.

## 4.10. ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos son aquellos constituidos por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

### 4.10.1. Clases

Estos se presentan en distintas formas como: residuos de cosechas dejados en los campos, humus de lombrices, compost, excrementos de animales domésticos (estiércol), abonos verdes, residuos orgánicos de fábricas (residuos de agroindustrias), desechos orgánicos domésticos, compuestos de algas marinas, etc.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Así mismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

### 4.10.2. Estiércoles

Los excrementos animales resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que estos consumen. El estiércol de granja resulta de las mezclas de los excrementos sólidos, líquidos y residuos vegetales que sirvieron de cama (Suquilanda, 1996).

**CUADRO 1.** Composición química de los estiércoles

| Clase de estiércol | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | Materia orgánica |
|---|---|---|---|---|
| | % | | | |
| Bovino | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 18 |
| Gallina | 1.4 | 1.4 | 2.1 | 25 |

**Fuente**: Suquilanda, 1996.

Es una fuente de materia orgánica relativamente baja en nutrimentos y que el valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, clase,

cantidad de cobertura usada y la manera en que el abono es almacenado y aplicado.

**CUADRO 2.** Valores de micronutrientes de los estiércoles de bovino y gallina (Gómez, 2001).

| Material | Fe | Mn | Cu | Zn | Mo | B | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **mg/kgMS** | | | | |
| Estiércol | 394 | 248 | 41 | nd | 51 | Nd | Brechet,1998 |
| | Nd | 692 | 160 | 312 | 14 | Nd | Warman,1990 |
| | 1.120 | 132 | 26 | 38 | Nd | Nd | INIAP,1994 |
| Estiércol | Nd | 630 | 80 | 416 | 13 | Nd | Warman,1990 |
| | 1.430 | 326 | 48 | 107 | Nd | Nd | INIAP,1994 |
| | Nd | 987 | 132 | 499 | Nd | Nd | Browaldh,1992 |

Nd = no determinado

### 4.10.3. Compost

El compost es un abono natural que se forma a partir de materiales vegetales y otros restos orgánicos. Estos materiales se someten a un proceso de compostaje, que es una fermentación controlada. En el compostaje, los elementos orgánicos sufren una transformación que se convierte en un excelente abono para las plantas. El compost es un elemento muy popular en jardinería y agricultura (http:/www.misrespuestas.com/que-es-el-compost.html)

El compostaje es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan rápidamente sobre la materia biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "composta", abono excelente para la agricultura (Wikipedia)

Aprovechar los residuos de cosechas anteriores, desechos del hogar y transformarlos en abonos orgánicos para luego adicionarlos al suelo, ésta es

una técnica para reducir el consumo de insumos químicos. Sin embargo, proporcionar compost en dosis de enmienda para satisfacer los requerimientos de N de los cultivos puede no ser práctico. El análisis del compost revela bajos contenidos de Nitrógeno y Fosforo cercanos al 1% de cada uno y una tasa de mineralización próxima al 10%. La mineralización de macro nutrientes en el compost es generalmente baja debido a que su relación C/N final que es superior a 10, por lo cual es importante considerar las proporciones de materiales usados. (Stoffella, 2004).

El compost posee un inestimable valor pues se trata de la recuperación de materia orgánica a partir de los desechos originados por la actividad humana, que sin ningún tratamiento contaminarían el entorno. El aporte de materia orgánica a los terrenos agrícolas puede hacerse mediante la aplicación de compost.No es propiamente un abono, sino más bien un regenerador orgánico de los suelos, pero por analogía con los abonos químicos es reconocido usualmente como abono orgánico. Es sabido que la materia orgánica es necesaria para el desarrollo y mantenimiento de la vida bacteriana, puesto que sin ésta las plantas no pueden asimilar los elementos minerales, ni retener la humedad, ni lograr un crecimiento óptimo. (Reta, 2007)

Plantas de cebolla y lechuga cultivadas en parcelas de suelo franco con compost, mejoró la producción que el control sin enmienda. (Stoffella, 2006)

El compost muestra varias propiedadessobre el conjunto suelo- planta, el compost modifica las siguientes propiedades (Alfonso, 2010):

#### 4.10.3.1. Propiedades físicas

- Aumento de la capacidad de retención de nutrientes del suelo, o lo que es lo mismo, aumento de la fertilidad del suelo.
- Estructuración del suelo, contribuyendo a su estabilidad, compactando los suelos arenosos, y disgregando los suelos compactos.

- Aumenta la porosidad y permeabilidad, así como de la capacidad de retención de agua, proporcionando una mayor resistencia a la sequía. (http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.66.26.16r.html)

#### 4.10.3.2. Propiedades químicas

- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, que se traduce en un mayor aprovechamiento de los nutrientes existentes o aportados en la fertilización.
- Aporte a las planta de nutrientes y energía. Elementos principales como nitrógeno, fósforo y potasio. El compost normalmente se aplica en proporciones mucho mayores que los fertilizantes inorgánicos; de este modo, pueden tener un efecto acumulativo en la cantidad y disponibilidad de nutrientes. (Stoffella, 2006)
- Oligoelementos como hierro, manganeso, zinc, boro, molibdeno, cobre.
- Modificación del pH. La adición de compost al suelo puede modificar el pH del suelo. Dependiendo del p del compost y del suelo original, la adición del compost puede aumentar o disminuir el pH de la mezcla suelo/compost. Por tanto, la adición de compost neutro o ligeramente alcalino a un suelo ácido incrementará el pH si se añade en cantidades apropiadas. En condiciones específicas, se ha encontrado que el compost afecta al pH del suelo aunque se aplique en cantidades como 10- 20 t/ha. La incorporación del compost también tiene la capacidad de actuar como solución tampón o estabilizar el pH del suelo. (Stoffella, 2006). Estabiliza la reacción del suelo (pH), es decir el índice de acidez del suelo.Incrementa de la capacidad tampón de los residuos, (Gutiérrez, 2012).

#### 4.10.3.3. Propiedades biológicas

- Estimula la actividad biológica al aportar la flora microbiana que contiene.
- Estimula el crecimiento del vegetal.

- Facilita la disponibilidad de nutrientes al disolver componentes minerales insolubles (fosfatos), para ponerlos a disposición de la planta.
- Transforma el nitrógeno soluble en nitrógeno orgánico (en el cuerpo de microorganismos) evitando su pérdida por lixiviación o como amoniaco en el aire.

De aquí la importancia del uso del compost como enmienda agrícola para conservar y elevar el contenido en materia orgánica.

# 5. MATERIALES Y MÉTODOS

## 5.1. MATERIALES

### 5.1.1. Materiales de Campo:

- Lote de terreno de 300 $m^2$.
- Plántulas
- Rastrillo
- Azadón
- Flexómetro
- Estacas
- Combo
- Baldes
- Compost
- Piolas
- Letreros
- Balanza

### 5.1.2. Materiales de oficina:

- Computador
- Calculadora
- Impresora
- Papel bond
- Lápices
- Cámara de fotos
- Tableros

- Borrador
- Esfero
- Hojas de papel bond
- Marcadores
- Carpetas

### 5.1.3. Materiales y equipos de laboratorio

- Materiales: Dispensadores, bandejas porta vasos, carro para transporte de bandejas, medidores de suelo de capacidad 2.5 - 5 -10 ml, molino de foliares, molino de suelos, bureta graduada y volumétrica, estufas. etc.

- Equipos: Plasma de acoplamiento inductivo, Absorción Atómica Fotocolorímetro, balanza analítica, agitador automático, estufas, digestores micro kjeldahl, etc.

## 5.2. MÉTODOS.

### 5.2.1. Delimitación del Área de Estudio

#### 5.2.1.1. Ubicación político - geográfica.

Se describen a continuación las características geográfica y política del sitio donde se llevó a cabo el experimento:

- Provincia: Pichincha
- Cantón: Quito
- Parroquia: Guamaní
- Localidad: La Venecia
- Altitud: 2931 msnm
- Longitud: 0º18´33.30”S
- Latitud: 78º32´08.74”O

### 5.2.1.2. Mapa político del lugar

**Fotografía 1**. Mapa del sitio experimental[1]

### 5.2.1.3. Caracterización agro- ecológica

Laderas y páramos del Norte

### 5.2.1.4. Características agroclimáticas

- Precipitación Anual en (mm) 580
- Temperatura máxima (ºC) 18
- Temperatura mínima (ºC) 12
- Temperatura media anual (ºC) 15

[1] (http://www.eventosquitoecuador.com/mapa%20quito.html)

### 5.2.2. Características del Área Experimental

Área total del experimento: 287m$^2$ (10.55m x 27.2m)
Área neta del experimento: 249.6 m$^2$ (12 parcelas de 20.8 m$^2$)
Área de caminos: 37.4 m$^2$

### 5.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

- Número de unidades experimentales**:** 12
  Número de repeticiones**:** 3
  Número de tratamientos**:** 4

- Área de la Unidad Experimental.

  Área total: 20.8 m$^2$ (3.25m x 6.4m)
  Área neta: 13.2m$^2$ (2.75m x 4.8m)

- Características de la unidad experimental

| | |
|---|---|
| Forma: | Rectangular |
| Distancia entre surcos: | 0.40m |
| Distancia entre plantas: | 0.25m |
| Número de surcos por parcela: | 16 |
| Número de plantas por surcos: | 13 |
| Número de plantas por ensayo: | 2496 |
| Número de plantas por parcela total: | 208 |
| Número de plantas por parcela neta: | 126 |

Se compraron 2496 plántulas de lechuga para ser trasplantadas al sitio definitivo, en el presupuesto se señala la cantidad de atados que se compró y el precio de cada uno de ellos.

### 5.2.4. Descripción de los Tratamientos

En la presente investigación se evaluó cuatro tratamientos, provenientes de la aplicación de tres niveles de compost más el testigo (Cuadro 3), la disposición de los tratamientos en las unidades experimentales se observa en el Anexo 1.El compost fue adquirido en un distribuidor de la zona a razón de 90 USD/ton.

**CUADRO 3.** Tratamientos de abono orgánico (compost)

| # Tratamientos | Fuente | Niveles de compost |
|---|---|---|
| t1 (testigo) | Sin abono | 0 |
| t2 | Compost | 5 (ton/ha) |
| t3 | Compost | 10 (ton/ha) |
| t4 | Compost | 15 (ton/ha) |

**Fuente:** Autor

### 5.2.5. Diseño Experimental

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El esquema del Análisis de varianza se observa en el Cuadro 4.

**CUADRO 4.** Esquema del análisis de varianza (ADEVA) para el ensayo**.**

| Fuente de variación | Grados de libertad |
|---|---|
| Total: (txr)-1 | 11 |
| Bloques: t-1 | 3 |
| Repeticiones: r-1 | 2 |
| Error experimental: (t-1)(r-1) | 6 |

**Fuente:** Autor

### 5.2.6. Variables en Estudio.

#### 5.2.6.1. Porcentaje de prendimiento.

A los ocho días después del trasplante se verificó el número de plantas que han prendido al sitio definitivo, este dato se lo transformó en porcentaje para ser reportado en la tesis.

#### 5.2.6.2. Altura de plantas.

La altura de las plantas se tomó a los veinte, cuarenta, sesenta y noventa días después del trasplante, en 20 plantas previamente seleccionadas, para lo que se utilizó un flexómetro.

#### 5.2.6.3. Diámetro de plantas.

El diámetro de las plantas se tomó a los veinte, cuarenta, sesenta y noventa días después del trasplante, en 20 plantas previamente seleccionadas, para lo que se utilizó un flexómetro.

#### 5.2.6.4. Días a la cosecha.

Para esta variable se tomó en cuenta el número de días en obtener la producción desde el trasplante hasta la cosecha.

#### 5.2.6.5. Rendimiento.

Se tomó en cuenta la producción de la lechuga medida en kilogramos por hectárea que se obtuvo en el ensayo.

#### 5.2.6.6. Análisis químico del suelo.

Se realizó un análisis químico del suelo de cada una de las unidades experimentales, el mismo que fue comparado con el análisis inicial, principalmente para ver si existió un incremento en el porcentaje de la materia orgánica existente en el suelo.

#### 5.2.6.7. Costos de producción de los tratamientos

Se realizó un registro de los costos generados para la evaluación de los tratamientos en estudio.

#### 5.2.6.8. Análisis económico.

Para establecer los costos, se realizó un flujo de caja para registrar los gastos mantenidos durante el desarrollo del ensayo, desde la preparación del suelo hasta la cosecha, luego estos costos fueron proyectados a valores/hectárea.Posteriormente se establecieron los ingresos por venta del producto, de acuerdo a las diferentes calidades de repollos obtenidos de acuerdo a cada tratamiento y se proyecto a valores /hectárea; con estos valores se desarrolló el análisis B/C de cada uno de los tratamientos en estudio.

### 5.2.7. Análisis e Interpretación Estadística

Del análisis del ADEVA, se procede a calificar la significación de las variables en estudio mediante la prueba de Tukey al 5%.

### 5.2.8. Manejo Agro técnico del Ensayo

#### 5.2.8.1. Preparación del suelo.

La preparación del terreno se realizó de forma manual; las labores realizadas fueron: virada, rastrillada, nivelada, incorporación del compost y surcada.

#### 5.2.8.2. Aplicación del compost

La aplicación del compost se lo realizó según los tratamientos, cuatro semanas antes del trasplante al voleo, incorporándole al suelo con la utilización de azadón.

#### 5.2.8.3. Labores culturales.

Todas las labores culturales se realizaron de forma manual con azadón

#### 5.2.8.4. Cosecha.

La cosecha se realizó de forma manual cuando el cultivo alcanzó su madurez comercial.

## 5.3. ESTRATEGIAS DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

La difusión de los resultados de la presente investigación se realizó mediante una charla técnica dictada en la casa comunal del barrio La Venecia, en el sitio mismo donde se realizó el experimento, a la cual asistieron aproximadamente 30 agricultores del sector, a quienes se les explicó las bondades de los abonos orgánicos y la manera en que ellos pueden aprovechar los desperdicios del hogar, cosechas y el estiércol de los animales domésticos; a la vez se les ayudó con las principales inquietudes acerca de este tema. La hoja de registro se muestra en el capítulo de Anexos.

# 6. RESULTADOS

## 6.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO.

**CUADRO 5**. ADEVA y promedios de tratamientos sobre porcentaje de prendimiento de plántulas de lechuga.

| Fuentes de variación | Grados de libertad | F Cal. |
|---|---|---|
| Tratamientos | 3 | 0,05ns |
| Repeticiones | 2 | 0,29 ns |
| Error | 6 | |
| Total | 11 | |
| Promedio % Plantas Prendidas | | 97,16 |
| CV % | | 1,47 |
| **Promedios de tratamientos** | | |
| **Tratamiento** | **Significación** | **%** |
| t1 | 0 toncompost/ha | 97,00 |
| t2 | 5 toncompost/ha | 97,33 |
| t3 | 10 toncompost/ha | 97,00 |
| t4 | 15 toncompost/ha | 97,33 |

ns= no significativo

Del análisis del ADEVA, Cuadro 5, no se observan diferencias estadísticas para tratamientos, ni repeticiones. El promedio general fue de 97,16 % y el coeficiente de variación fue de 1,47% que es muy bueno para este tipo de experimentos. Del análisis de los promedios Cuadro 5 y Figura 1, para porcentaje de prendimiento, se detecta que el mayor promedio lo comparten los tratamientos t2 (5 ton/ha) y t4 (15 ton/ha) con 97,33%, en tanto que los menores para el t1 (testigo) y t3 (10 ton/ha), con 97,00%.

Según el estudio realizado con los tres tratamientos más el testigo, el porcentaje de prendimiento es el siguiente:

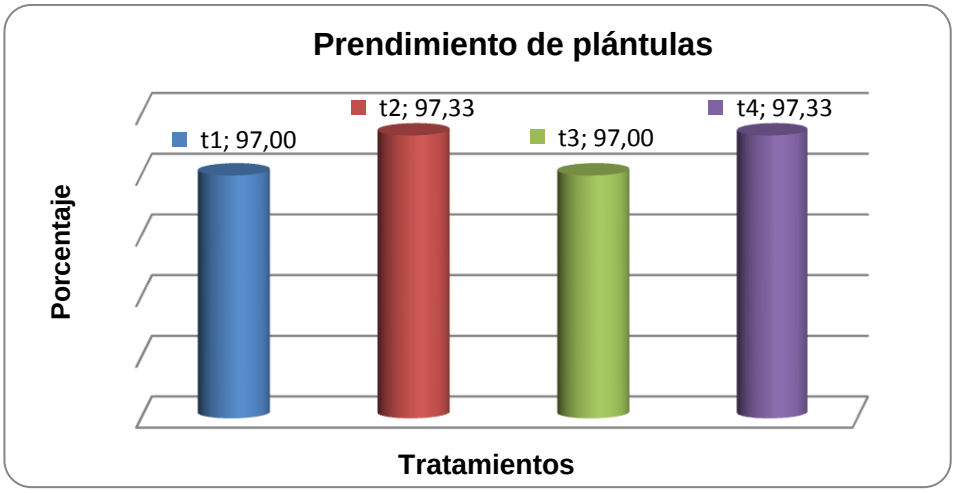



**FIGURA 1**. Porcentaje de prendimiento de plántulas de lechuga.

## 6.2. ALTURA DE PLANTAS

**CUADRO 6**. ADEVA y Prueba Tukey sobre altura de plantas.

| Fuentes de variación | Grados de libertad | 20 días | 40 días | 60 días | 90 días |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 3 | **9,32*** | **8,16*** | **32,24*** | **70,17**** |
| Repeticiones | 2 | 2,54ns | 0,24ns | 0,60ns | 4,79ns |
| Error | 6 | | | | |
| Total | 11 | | | | |
| Promedio | cm/planta | 7,63 | 11,95 | 16,16 | 17,97 |
| CV % | | 6,80 | 4,34 | 3,15 | 2,18 |

| Prueba de Tukey 5% | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | cm /planta | | | |
| Tratamiento | Significación | 20 días | 40 días | 60 días | 90 días |
| t1 | 0 toncompost/ha | 6,43b | 10,93b | 14,13c | 15,58c |
| t2 | 5 toncompost/ha | 7,43ab | 11,70ab | 15,80b | 17,58b |
| t3 | 10 toncompost/ha | 8,10 a | 12,22a | 16,55b | 18,60b |
| t4 | 15 toncompost/ha | 8,53 a | 12,97a | 18,15a | 20,10a |

ns= no significativo * = significativo **= altamente significativo

Del Cuadro 6, se observan diferencias significativas para tratamientos. Los promedios generales y coeficientes de variación fueron: a los 20 días 7.63 cm/planta y 6.80%; a los 40 días 11,95cm/planta y 4,34%, a los 60 días 16,16cm/planta y 3,15% y a los 90 días 17,97cm/planta y 2,18%; que son muy buenos para este tipo de experimentos.

En el Cuadro 6 y Figura 2, para altura de planta a los 20 días, se detectan dos rangos de significación; ubicándose a la cabeza del primer rango el t4 (15 ton/ha), con 8,53 cm/planta; mientras que, en el segundo rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor, 6,43cm/planta. Para altura de planta a los 40 días, se observan dos rangos de significación; ubicándose a la cabeza del primer rango el t4 (15 ton/ha), con 12,97 cm/planta; mientras que, en el segundo rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor, 10,93cm/planta.

De acuerdo al estudio realizado con los tres tratamientos más el testigo, la altura de plantas es la siguiente:

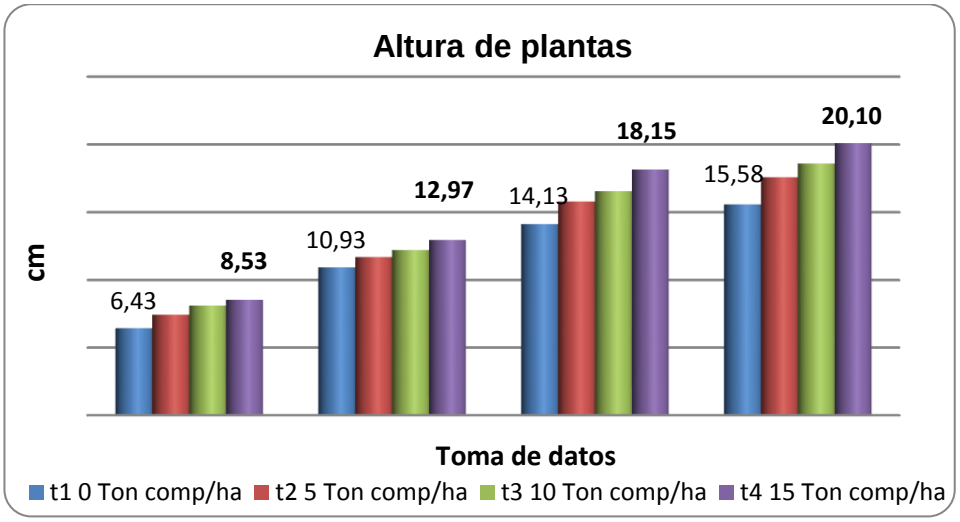



**FIGURA 2**. Altura de plantas de lechuga.

Para la altura de plantas a los 60 días, se encuentran tres rangos de significación; ubicándose en el primer rango el t4 (15 ton/ha), con 18,15

cm/planta; mientras que, en el tercer rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor, 14,13cm/planta. La altura de planta a los 90 días, muestra tres rangos de significación; ubicándose en el primer rango el t4 (15 ton/ha), con 20,10 cm/planta; mientras que, en el tercer rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor, 15,58cm/planta.

## 6.3. DIÁMETRO DE REPOLLOS.

**CUADRO 7**. ADEVA y Prueba Tukey sobre diámetro de lechuga.

| **Fuentes de variación** | **Grados de libertad** | **20 días** | **40 días** | **60 días** | **90 días** |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 3 | 2.48ns | **8,24*** | **9,14*** | **1818,73**** |
| Repeticiones | 2 | 7.29ns | 2,19 ns | 4,68 ns | 4,39ns |
| Error | 6 | | | | |
| Total | 11 | | | | |
| Promedio | cm/planta | 17,22 | 31,58 | 47,96 | 48,63 |
| CV % | | 7,64 | 7,33 | 0,63 | 0.76 |
| **Prueba Tukey 5%** | | | | | |
| **Tratamiento** | **Significación** | **20 días** | **40 días** | **60 días** | **90 días** |
| t1 | 0 toncompost/ha | 15,03b | 28,40b | 40,10d | 40,62d |
| t2 | 5 toncompost/ha | 16,60ab | 30,63ab | 45,52c | 45,98c |
| t3 | 10 toncompost/ha | 17,57ab | 32,32ab | 48,50b | 49,27b |
| t4 | 15 toncompost/ha | 20,05a | 34,95a | 57,73a | 58,63a |

ns= no significativo * = significativo **= altamente significativo

Del ADEVA, Cuadro 7, se observan diferencias significativas para tratamientos. Los promedios generales y coeficientes de variación fueron respectivamente: a los 20 días 17,22 cm/repollo y 7,64%; a los 40 días 31,58cm/planta y 7,33%, a los 60 días 47,96cm/ repollo y 0,63% y a los 90 días 48,63 cm/repollo y 0,76%; que son muy buenos para este tipo de experimentos.

Tukey 5% para diámetro de repollos, en el Cuadro 7 y Figura 3, detecta que se encuentran dos rangos de significación a los 20 días; ubicándose en el mejor rango el t4 (15 ton/ha), con 20,05 cm/repollo; mientras que, en el segundo rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor, 15,03cm/repollo. A los 40 días el mejor rango lo muestra el t4 con 34,95cm/repollo y en el menor rango el t1 con 28,40cm/repollo.

A los 60 días, se observan cuatro rangos, siendo t4 el mejor con 57,73cm/repollo en tanto que el t1 en el último rango con 40,10cm/repollo; a los 90 días el mejor rango lo conserva t4 con 58,63cm/repollo y t1 en el último rango con 40,62cm/repollo.

Según el estudio realizado con los tres tratamientos más el testigo, el diámetro de repollos es el siguiente:

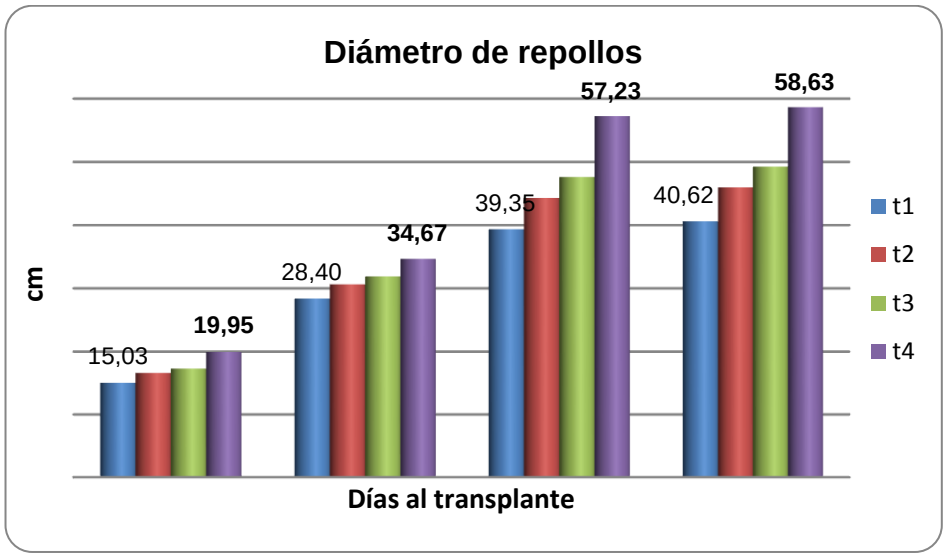



**FIGURA 3**. Diámetro de repollos de lechuga.

## 6.4. DÍAS A LA COSECHA.

El ensayo realizado tuvo un período de 90 días de cultivo, luego de los cuales fue cosechado en su totalidad, mostrando que el aporte de compost

previo al cultivo incidió en la precocidad del mismo, ya que de acuerdo a lo expresado por INFOAGRO, el ciclo del cultivo promedio es de 100- 150 días.

## 6.5. RENDIMIENTO.

**CUADRO 8.**ADEVA y Prueba Tukey sobre diámetro de lechuga.

| **Fuentes de variación** | **Grados de libertad** | **F Cal.** |
|---|---|---|
| Tratamientos | 3 | **8,94*** |
| Repeticiones | 2 | 0,82ns |
| Error | 6 | |
| Total | 11 | |
| Promedio | kg/ha | 21108,63 |
| CV % | | 20,44 |
| **Promedios de tratamientos** | | |
| **Tratamiento** | **Significación** | **kg/ha** |
| t1 | 0 toncompost/ha | 11339,29 d |
| t2 | 5 toncompost/ha | 19607,14 c |
| t3 | 10 toncompost/ha | 25119,05 b |
| t4 | 15 toncompost/ha | 28369,05 a |

ns= no significativo * = significativo **= altamente significativo

Del ADEVA, Cuadro 8, se observan diferencias significativas para tratamientos. El promedio general fue de 21108,63 kg/ha y el coeficiente de variación fue de 20,44% que es bueno para este tipo de experimentos.

Tukey 5% para rendimiento, Cuadro 8 y Figura 4, detecta que se encuentran cuatro rangos de significación; ubicándose en el mejor rango el t4 (15 ton/ha), con 28369,05kg/ha; mientras que, en el segundo rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor con 11339,29kg/ha.

De acuerdo al estudio realizado con los tres tratamientos más el testigo, el rendimiento de lechuga es el siguiente:

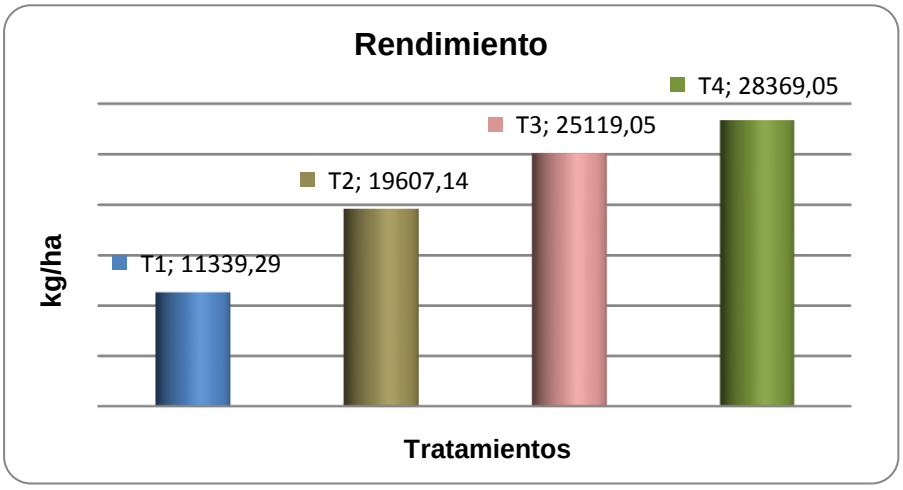



**FIGURA 4.**Rendimiento de repollos de lechuga

## 6.6. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO.

**CUADRO 9.**Comparación de los niveles de nutrientes en el suelo luego de un cultivo de lechuga.

| Tratamiento | Datos iniciales de nutrientes en el suelo | | | | Datos finales de nutrientes en el suelo | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | ppm | | meq/100ml | % | ppm | | meq/100ml |
| | M.O | NH4 | P | K | M.O | NH4 | P | K |
| t1 | 5,6 | 130 | 95 | 0,68 | 5,6 | 70 | 64 | 0,42 |
| t2 | 5,6 | 130 | 95 | 0,68 | 6,0 | 75 | 61 | 0,59 |
| t3 | 5,6 | 130 | 95 | 0,68 | 6,2 | 82 | 83 | 0,72 |
| t4 | 5,6 | 130 | 95 | 0,68 | 6,7 | 74 | 92 | 0,85 |

ppm: partes por millón %: porcentaje

meq/100 ml: miliequivalentes de elemento por cada 100 ml de suelo

Del análisis del Cuadro 9, y la Figura 5, se observa que existe un incremento en el nivel de materia orgánica en los tres tratamientos en los cuales se aplicó compost para la producción de lechuga, siendo el t4 (15

toncompost/ha) el que mostró el valor más alto de incremento con 6.7% en su valor final, el testigo no sufrió incremento alguno en su valor final.

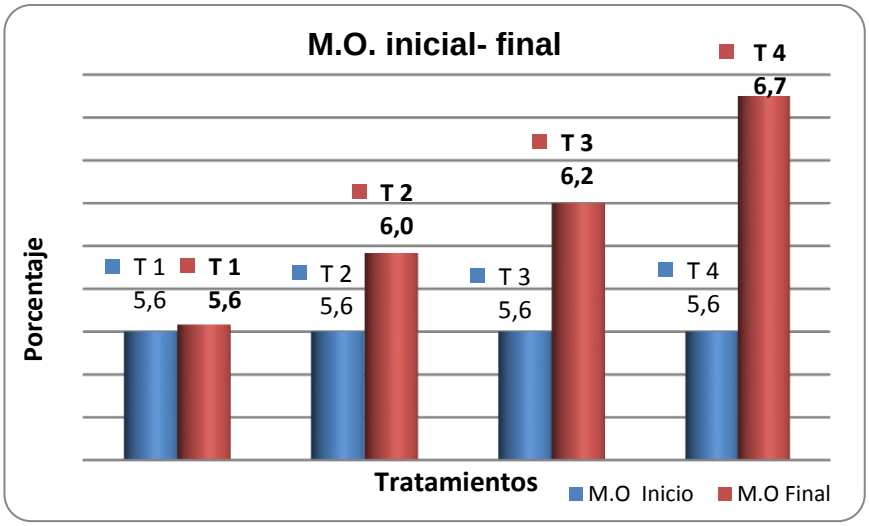



**FIGURA 5.** Comparación de variación del nivel de materia orgánica en el suelo.

Al analizar los valores de amonio, se observa en la Figura 6, que existe una reducción respecto del valor inicial (130 ppm), siendo el tratamiento 3 (10 toncompost/ha) el que mostró la menor reducción, obteniendo un valor final de 82ppm; en tanto que, el t1 (testigo) mostró la mayor reducción en este nutriente, siendo 70 ppm su valor final.

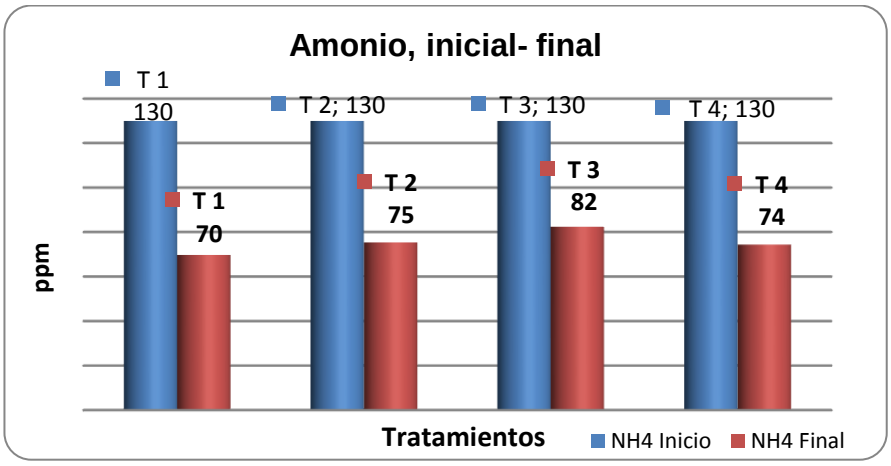



**FIGURA 6.** Comparación de variación del nivel de nitrógeno amoniacal, en el suelo.

En la Figura 7, se observa que los niveles de fósforo en el suelo, muestran la menor reducción en el t4 (15 ton/ha) con un valor final de 92ppm, seguido del t3 con 83ppm y el t1 con 64ppm, mientras que  el valor mas bajo lo presenta el t2con61ppm.

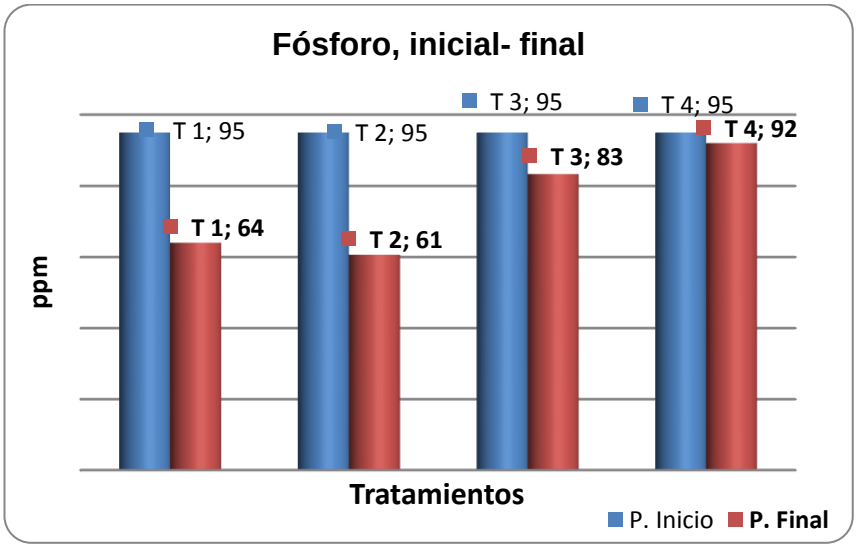



**FIGURA 7.** Comparación de variación del nivel de fósforo en el suelo.

Los niveles de potasio en el suelo, observados en la Figura 8 tanto a la siembra como a la cosecha, muestran una respuesta creciente que va en relación a la cantidad de compost incorporado al suelo, el t3 y t4 (0,72 y 0,85meq/100ml respectivamente) muestran un incremento respecto del valor inicial 0,68 meq/100ml respectivamente, a diferencia de los dos primeros tratamientos que al no compensar los requerimientos del cultivo de lechuga, muestran una reducción en los valores de este nutriente.

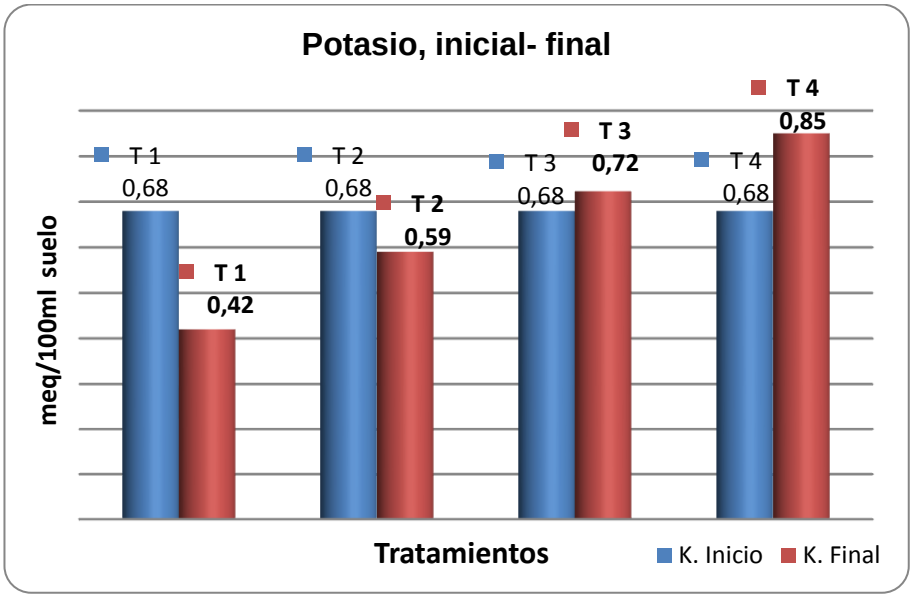



**FIGURA 8.** Comparación de variación del nivel de potasio en el suelo.

## 6.7. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

En el Cuadro 10 y Figura9, se establecen los costos de producción de una hectárea de lechuga para cada uno de los tratamientos analizados.

**CUADRO 10.**Costos de producción de un cultivo de lechuga.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **A. COSTOS DIRECTOS** | | | | |
| **Preparación del suelo** | | | | |
| Renta del suelo | ha/ciclo cultivo | 1 | 300 | 300 |
| Arada, rastrada y surcada | hora | 1 | 120 | 120 |
| **Transplante** | | | | |
| Mano de obra | Jornal | 15 | 10 | 150 |
| Plántulas | Unidad | 63000 | 0,03 | 1890 |
| **Abonamiento** | | | | |
| Análisis de compost | Unidad | 1 | 87 | 87 |
| Abono orgánico t1 | ton | 0 | 90 | 0 |
| Abono orgánico t2 | ton | 5 | 90 | 450 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Continuación Cuadro 10… |
| Abono orgánico t3 | ton | 10 | 90 | 900 |
| Abono orgánico t4 | ton | 15 | 90 | 1350 |
| Aplicación del compost | Jornal | 10 | 10 | 100 |
| Labores culturales | Jornal | 6 | 10 | 60 |
| Cosecha | Jornal | 10 | 10 | 100 |
| **Total costos directos t1** | | | | **2620** |
| **Total costos directos t2** | | | | **3257** |
| **Total costos directos t3** | | | | **3707** |
| **Total costos directos t4** | | | | **4157** |
| **B. COSTOS INDIRECTOS** | | | | |
| Análisis de suelos | Unidad | 2 | 22,8 | 45,6 |
| Transporte | | 1 | 100 | 100 |
| Gavetas | | 100 | 2 | 200 |
| **Total costos indirectos** | | | | **345,6** |
| **COSTO TOTAL t1** | | | | **2965,6** |
| **COSTO TOTAL t2** | | | | **3452,6** |
| **COSTO TOTAL t3** | | | | **4052,6** |
| **COSTO TOTAL t4** | | | | **4502,6** |

En el estudio realizado en lechuga, el costo de producción de los tres tratamientos más el testigo es el siguiente:

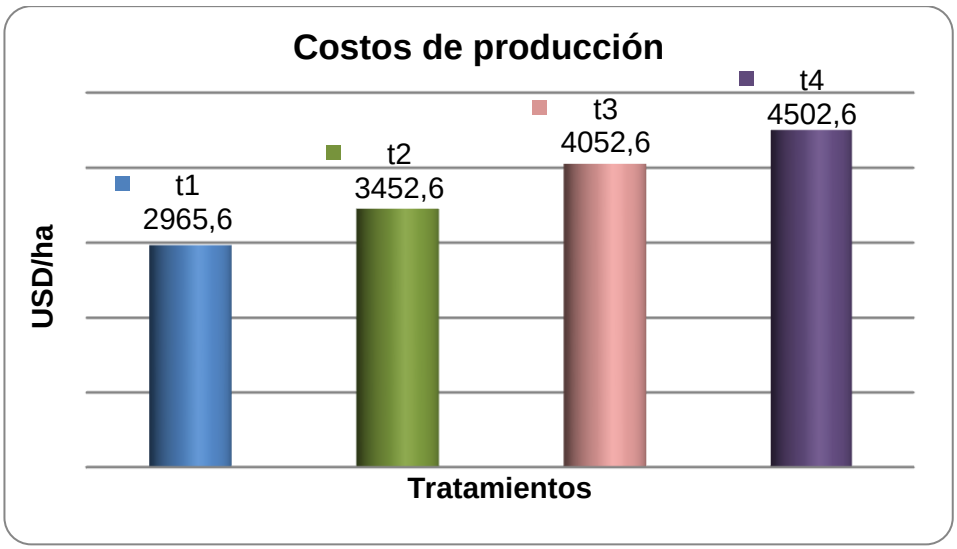



**FIGURA 9.** Costos de producción para una hectárea de lechuga.

## 6.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

El Cuadro 11, muestra el análisis económico de los cuatro tratamientos en estudio, para lo cual se realizó una selección en la cosecha de los repollos, estableciéndose diferentes precios de venta de acuerdo a la calidad (primera 0,30USD, segunda 0,25USD y tercera 0,20USD). Del análisis de rentabilidad simple, se determina que el mayor valor es para t4 (15ton/ha) con 74%.

De donde se observa que el mayor beneficio/costo lo presenta t4 con 1,74 lo que indica que por cada dólar invertido obtiene 0,74USD de ganancia; en tanto que, el t1 (testigo) con su relación B/C de 0,86 muestra pérdidas en lugar de ganancias, por cada dólar de inversión pierde 0,14USD.

**CUADRO 11.** Análisis económico del cultivo de lechuga, con aplicación de diferentes dosis de compost.

| RELACIÓN B/C PROMEDIO | TRATAMIENTOS (USD) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Rendimiento 1era repollos/ha | 0 | 3214 | 10893 | 17333 |
| Rendimiento 2da repollos/ha | 5685 | 11875 | 9000 | 8524 |
| Rendimiento 3era repollos/ha | 5655 | 4518 | 5226 | 2512 |
| Costos directos | 2620 | 3257 | 3707 | 4157 |
| Costos indirectos | 345,6 | 345,6 | 345,6 | 345,6 |
| Costos de producción | 2965,6 | 3602,6 | 4052,6 | 4502,6 |
| Ingreso por venta 1ª | 0 | 964,29 | 3267,86 | 5200 |
| Ingreso por venta 2ª | 1421,13 | 2968,75 | 2250 | 2130,95 |
| Ingreso por venta 3ª | 1130,95 | 903,57 | 1045,24 | 502,38 |
| Ingreso total | 2552,08 | 4836,61 | 6563,1 | 7833,33 |
| Ingreso neto | -413,52 | 1234,01 | 2510,5 | 3330,73 |
| **Rentabilidad simple %** | **-14** | **34** | **62** | **74** |
| **Relación B/C** | **0,86** | **1,34** | **1,62** | **1,74** |

**PV 1ª 0,30 USD/repollo** **PV 2ª 0,25 USD/repollo** **PV 3ª 0,20 USD/repollo**

Del análisis marginal se observa que la mejor tasa obtenida es de 283,66%, lo que indica que al cambiar de la tecnología t2 (5toncompost/ha) a t3 (10ton/ha) se obtiene una muy buena rentabilidad.

**CUADRO 12.** Análisis marginal de costos del cultivo de lechuga, con aplicación de diferentes dosis de compost.

| Tratamiento | TCV ($/ha) | TCV marg. | BN ($/ha) | BN marg. | TRM (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.620 | | -68 | | |
| | | 637 | | 1.648 | 258,64 |
| 2 | 3257 | | 1.580 | | |
| | | 450 | | 1.276 | **283,66** |
| 3 | 3707 | | 2856,1 | | |
| | | 450 | | 820 | 182,27 |
| 4 | 4.157 | | 3.676 | | |

# 7. DISCUSIÓN

Luego de revisar los resultados obtenidos se procede a la siguiente discusión:

## 7.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO.

La aplicación de compost no incidió significativamente sobre el trasplante, probablemente pudo deberse a condiciones climáticas no favorecieron la acción inmediata del compost aplicado.

## 7.2. ALTURA DE PLANTAS

Los tratamientos t2, t3 y t4 a los 20 días muestran variación debido al efecto positivo de la aplicación de compost, siendo t4 (15ton/ha), con 8,53 cm/planta; el mayor desarrollo. A los 40 días, el mayor desarrollo lo presenta t4 (15ton/ha), con 12,97 cm/planta; mientras que, en el segundo rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor, 10,93cm/planta, estas diferencias confirman el efecto positivo de la aplicación de compost en el suelo como lo indica Alfonso (2010).La altura de plantas a los 60 días, presenta tres rangos de significación; ubicándose en el primer rango el t4 (15ton/ha), con 18,15 cm/planta; mientras que, en el tercer rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor, 14,13cm/planta. Para altura de planta a los 90 días, se encuentran tres rangos de significación; ubicándose en el primer rango el t4 (15ton/ha), con 20,10 cm/planta; mientras que, en el tercer rango se observa al t1 (testigo) con el menor valor, 15,58cm/planta, estas diferencias confirman el efecto positivo de la aplicación de compost en el suelo como lo indica Alfonso (2010).

## 7.3. DIÁMETRO DE REPOLLOS.

La mejor respuesta la presenta el t4 (15ton/ha) a los 20, 40, 60 y 90 días con 20,05 cm/repollo, 34,95cm/repollo, 57,73cm/repollo y 58,63cm/repollo, la menor respuesta es para el t1 (sin compost) con 15,03cm/repollo.,

28,40cm/repollo, 40,10cm/repollo y 40,62cm/repollo, lo cual demuestra que el aporte de compost al suelo mejora las condiciones de disponibilidad de nutrientes que se refleja en el desarrollo del cultivo.(Alfonso, 2010).

## 7.4. DÍAS A LA COSECHA.

El ensayo realizado tuvo un período de 90 días de cultivo, luego de los cuales fue cosechado en su totalidad, mostrando que el aporte de compost previo al cultivo incidió en la precocidad del mismo, ya que de acuerdo a lo expresado en INFOAGRO, el ciclo del cultivo promedio es de 100- 150 días.

## 7.5. RENDIMIENTO.

El mayor efecto lo muestra el t4 (15ton/ha), con 28369,05kg/ha; mientras que, la menor respuesta la tiene al t1 (testigo) con 11339,29kg/ha. Este resultado muestra el efecto positivo que tuvo la aplicación del compost al suelo, mejorando la disponibilidad y absorción de nutrientes expresándose en un mejor desarrollo del cultivo.

## 7.6. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO.

El efecto del aporte de compost al suelo previo al cultivo de lechuga se vio reflejado en los niveles de sus elementos, en el caso del nivel de materia orgánica final se incrementó en los tres tratamientos en los cuales se aplicó compost, el mejor tratamiento fue el t4 (15 toncompost/ha) ya que su incremento fue de 1.1% respecto del valor inicial 5.6%, lo que se corrobora con lo expresado por Reta, quien indica el aporte de que de materia orgánica a los terrenos agrícolas puede hacerse mediante la aplicación de compost y se verifica con el análisis realizado al compost aplicado al ensayo, que presenta un valor de 67,1%. Mientras que el tratamiento 1 (sin compost) no presentó variación en el nivel de materia orgánica.

Los valores finales de amonio en el suelo muestran variaciones, se observa que existe una reducción respecto de los valores iniciales, el t3 (10 toncompost/ha) mostró la menor reducción, obteniendo un valor final de 82ppm; en tanto que, el t1 (testigo) mostró la mayor reducción en este nutriente. Similar situación con el fósforo, donde la menor reducción de este elemento lo presenta el t4 (15ton/ha) con 92ppm, lo cual indica que el aporte de nutrientes del compost favorece la conservación de los elementos nutritivos en el suelo (Stroffella); además es importante considerar el valor nutritivo de los materiales utilizados para elaborar el compost.

EL valor inicial de potasio 0.68meq/100ml analizado en el suelo sufrió reducción en los tratamientos t1 y t2, mientras que los tratamientos t3 y t4 (0,72 y 0,85meq/100ml respectivamente) muestran un incremento con 0.72 y 0.85meq/100ml respectivamente, a diferencia de los dos primeros tratamientos que al no compensar los requerimientos del cultivo de lechuga, muestran una reducción en los valores de este nutriente, lo cual indica que el aporte de nutrientes del compost favorece la conservación de los elementos en el suelo (Stroffella, 2004).

## 7.7. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se establecen los costos de producción para la producción delechuga, aplicando cada uno de los tratamientos en estudio, y se proyecta a valores por hectárea, considerando tanto los costos directos como los indirectos.

## 7.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para este análisis de los tratamientos en estudio, se realizó una selección durante la cosecha de los repollos, se estableció tres calidades y se marcó un precio diferenciado a cada una de ellas, los precios de venta de acuerdo a la calidad fueron: primera 0,30USD, segunda 0,25USD y tercera 0,20USD.

El análisis de rentabilidad simple, es un indicador financiero de corto plazo, indica la relación (%) de la utilidad media probable de cada año (< 1 año) para el total de la inversión. La mayor rentabilidad la presenta el t4 con 74%, y t1 la menor rentabilidad con un valor negativo.

$$\mathbf{R=}\frac{\text{E ingresos}}{\text{E egresos}} \times 100$$

Para el análisis de la relación Beneficio- costo se deben considerar tres opciones:

R B/C > 1 indicador positivo, existen ganancias
R B/C = 1 indicador neutral, no hay pérdidas ni ganancias
R B/C < 1 indicador negativo, no hay ganancias, existen pérdidas

En el caso de los tratamientos evaluados, la relación B/C es positiva para los tres tratamientos en los cuales se aplicó compost, el mayor beneficio/costo lo presenta t4 con 1,74, que indica una ganancia de 0,74USD por cada dólar invertido en cada ciclo de cultivo, a diferencia del tratamiento testigo (t1) con su relación B/C de 0,86 indica pérdidas en 0,14USD por cada dólar de inversión.

$$\mathbf{B/C =}\frac{\text{Beneficios actualizados}}{\text{Costos actualizados}}$$

Análisis marginal, es el costo en relación al cambio tecnológico, en el presente caso t3 (10ton/ha) presenta la mayor tasa de retorno, lo que indica que el cambio de tecnología t1 (0 toncompost/ha) a t3 (10 ton/) para el productor representa el mayor incremento en sus ingresos al adoptar esta nueva tecnología para la producción de lechuga.

# 8. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos se establece que existen diferencias en los diferentes tratamientos utilizados para la producción de lechuga y se presentan las siguientes conclusiones:

- En el análisis del porcentaje de prendimiento los t4 (15 ton compost/ha) y t2 (5ton/ha) comparten el mayor valor con 97,33%.

- Las mayores alturas de planta las registra el t4 (15 ton compost/ha), a los 20 días 8,53 cm/planta, a los 40 días 12,97 cm/planta, a los 60 días 18,15 cm/planta y a los 90 días con 20,10 cm/planta.

- El diámetro de repollos presenta sus mayores valores con el t4 (15 ton compost/ha) con 19,95 cm/repollo a los 20 días, 34,67cm/repollo a los 40 días, 57,23cm/repollo a los 60 días y 58,63cm/repollo a los 90 días.

- El mejor rendimiento, lo presenta t4 (15ton/ha), con 28369,05kg/ha.

- En cuanto a los días a la cosecha, no se observó diferencias notables en esta variable, ya que se cosecharon a los 90 días; siendo, la calidad de repollos los que fueron influidos por el aporte del compost aplicado.

- El análisis químico del suelo muestra el valor residual más alto de materia orgánica con el t4 (15 ton compost/ha) es de 6,7%, mientras que el tratamiento 1 (sin compost) no presenta variación en el nivel de materia orgánica final. El amonio presenta una reducción respecto de sus valores iniciales, siendo t3 (10 ton compost/ha) el que mostró la menor reducción, con un valor final de 82 ppm; en tanto que, el t1 (testigo) mostró la mayor reducción en este nutriente. En el valor del fósforo t4 (15ton/ha) presenta la

menor reducción en su nivel final de 92ppm, mientras que t2 presenta la mayor reducción con 61ppm finales. Los niveles de potasio analizado en el suelo, muestran un valor creciente con 0,85meq/100ml para t4, y una reducción de nivel de este nutriente con t1, 0,42meq/100ml).

- La mayor rentabilidad y la relaciónB/C la presenta t4 con 1,74, lo que indica que por cada dólar invertido obtiene 0,74USD de ganancia por cada ciclo de cultivo; mientras que, el t1 (testigo) muestra pérdidas con su relación B/C de 0,86, por cada dólar de inversión pierde 0,14USD.

- El análisis marginal de costos, muestra que al cambiar de la tecnología t1 (0 ton compost/ha) a t3 (10ton/ha) se optimizan los costos en función de los rendimientos e ingresos obtenidos.

# 9. RECOMENDACIONES

De los resultados y conclusiones de esta investigación se recomienda lo siguiente:

- Realizar aplicaciones de compost en una dosis de 15 ton compost/ha previo al trasplante para mejorar el porcentaje de prendimiento de plántulas.
- Realizar incorporación de compost previo al cultivo de lechuga, en una dosis de 15 ton compost/ha durante la preparación del suelopara mejorar el desarrollo de este cultivo (altura, diámetro de repollo).
- Realizar incorporación de compost previo al cultivo de lechuga, en una dosis de 15 ton compost/ha durante la preparación del suelo para mejorar el ciclo productivo de la lechuga, además se recomienda evaluar una cosecha por días, para mejorar el número de repollos de primera.
- Incorporar compost previo al cultivo de lechuga, en una dosis de 15 ton compost/ha durante la preparación del suelo para mejorar el rendimiento del cultivo de lechuga.
- Es recomendable realizar aplicaciones de compost al suelo para mejorar las condiciones físico- químicas de la misma, principalmente la materia orgánica que favorece a los nutrientes en el suelo.
- Implementar el uso de análisis de suelo, como una herramienta para conocer el requerimiento nutricional del mismo.
- Implementar el uso de análisis de abonos, como una herramienta para conocer su composición nutricional, de esta manera realizar usar una dosis adecuada.
- De acuerdo a la rentabilidad se recomienda realizar aplicaciones de compost, ya que la inclusión de esta tecnología beneficia al productor al mejorar sus rendimientos.

# 10. BIBLIOGRAFÍA

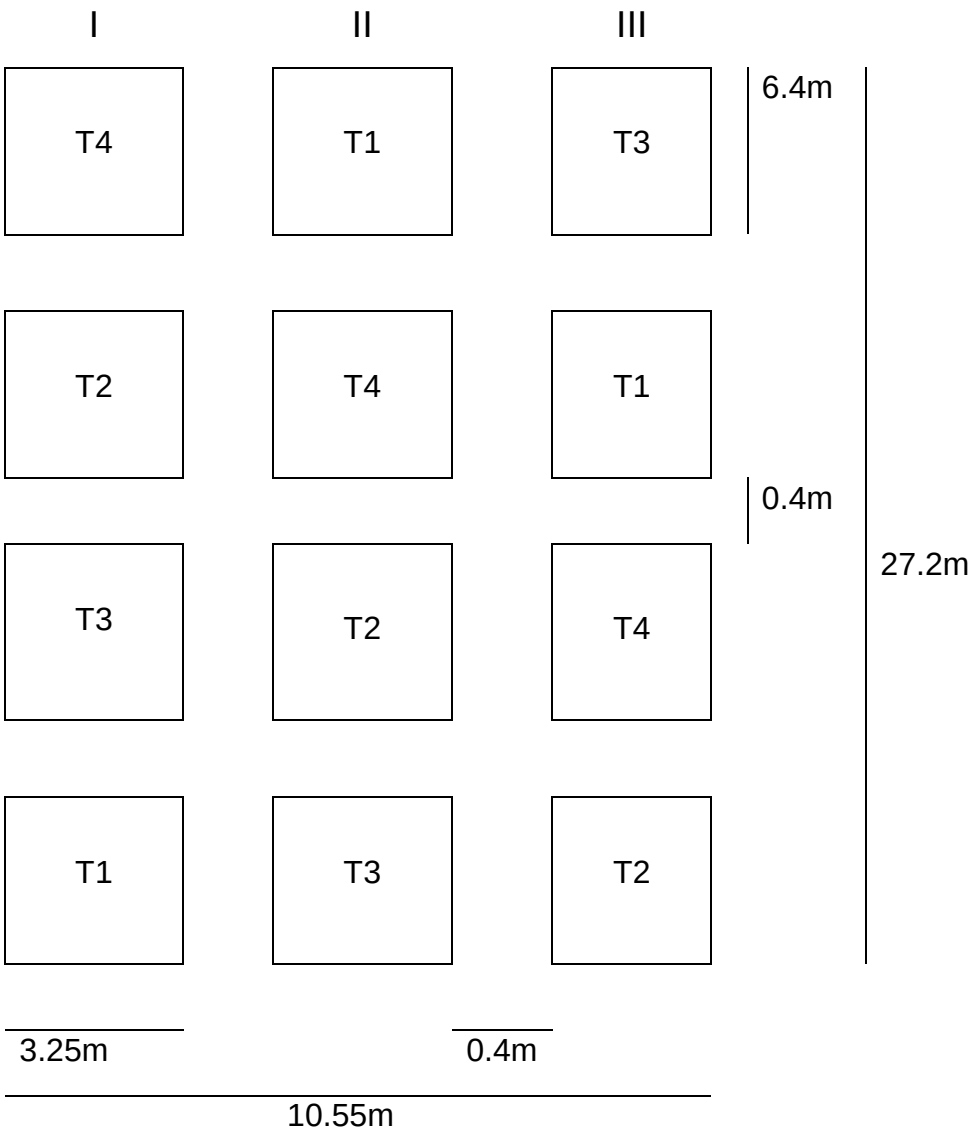

- ALFONSO, J. 2010. Elaboración de abono orgánico a partir de cascarilla de piñón (*Jatropha curcas*). Honduras. (20 de febrero 2012) [Online]:http://www.gotaverde.org/userfiles/file/D17i%20%20FHIA%20Manual%20Elaboracion%20de%20abono%20organico%20a%20partir%20de%20cascarrilla%20de%20pinon.pdf
- AÑEZ. B., ESPINOZA, W. 2011. Respuestas de la lechuga y del repollo a la fertilización química y orgánica. Universidad de los Andes. Revista Forest. Venezuela. (20 de febrero 2012) [On-line]: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24314/2/articulo8.pdf
- ANGULO, M. 2008. La Lechuga. Centro de Estudios: Universidad de San Martín de Porres. Facultad: Ciencias Administrativas y Recursos Humanos Escuela Profesional: Administración de Negocios Internacionales. Lima – Perú.
- ENCICLOPEDIA VIRTUAL. Importancia de la materia orgánica en la agricultura. (20 de febrero 2012) [On-line]: http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.66.26.16r.html
- Extensión de la Universidad de Illinois. Vea crecer su jardín. (20 de febrero 2012). Lechuga. [On-line].:http://urbanext.illinois.edu/veggies_sp/lettuce.cfm
- EURORESIDENTES. (20 de febrero 2012). Lechuga. [On-line]: http://www.euroricidentes.com/alimentos/lechuga.html
- GÓMEZ, R. 2007.Respuesta de la coliflor (*Brassicaoleracea*, var.botritis) a la aplicación de tres fuentes y cuatro niveles de abonos orgánicos en Quiroga-Imbabura. Universidad Técnica del Norte.
- GUTIERREZ, R. MORALES P. Propiedades del compost. (20 de febrero 2012) [On-line]: http://compostucv.blogspot.com/2010/12/propiedades-del-compost.html
- HOLDRIDGE L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José. IICA. 9p.

- IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (20 de febrero 2012). Guía práctica para la exportación a EEUU. [On-line]:http://www.slhfarm.com/lechugaguia.htm
- INFOAGRO.COM. Lechugas. (20 de febrero 2012) [On-line].:http://www.articulos.infojardin.com/huert/fichas/lechuga.htm
- INFOAGRO.COM. El cultivo de la lechuga. (20 de febrero 2012) [On-line].:http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm
- INFOAGRO.COM. Control de altas temperaturas en cultivos hortícolas intensivos (20 de febrero 2012) [On-line]: http://www.infoagro.com/industriaauxiliar/altas temperaturas
- INTY. 2011. Cultivo de Lechuga. (20 de febrero 2012) [Online]:http://cultivodelalechuga.blogspot.com/2011_03_01_archive.html
- MALLAR, A. 1978. La lechuga. Editorial Hemisferio sur. S. A. Primera edición Buenos Aires- Argentina 1, 27, 61 p.
- MAPA DE LA CIUDAD DE QUITO. (20 de febrero 2012). Compost. [On-line]: http://www.eventosquitoecuador.com/mapa%20quito.html
- MIS RESPUESTAS .COM. ¿Qué es el compost? (20 de febrero 2012) [On-line]: http:/www.misrespuestas.com/que-es-el-compost.html
- RETA, M. 2007. 20 abril 2012. Compost. [On-line]: http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Compost.htm
- STOFFELLA, P. KAHN, B. 2004. Utilización del compost en los sistemas de cultivo hortícola. MUNDIPRENSA. España. (20 de febrero 2012). [Online]:http://books.google.com.ec/books?id=qiVQOERQSOIC&pg=PA154&lpg=PA154&dq=propiedades+del+compost
- SUQUILANDA, M. 2001. Curso internacional sobre elaboración de abonos orgánicos. Quito, Ecuador.
- SUQUILANDA, M. 1995. Nuestro pequeño huerto, con método orgánico intensivo- porque, como, cuando y donde. Editorial Abya Ayala, Coedición FUNDAGRO- UPS. Quito Ecuador 102p.

- SUQUILANDA. 1995. Lechuga. Carta Divulgativa 4. Universidad Central del Ecuador-PROMSA.
- SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura orgánica (Fertilización orgánica, horticultura, cultivo de plantas medicinales) Editorial Abya Ayala Fase II de FUNDAGRO- UPS. Quito Ecuador 543p.
- TISCORNIA J.1989. Hortalizas terrestres. Buenos Aires, Argentina. Editorial Albatros.
- WIKIPEDIA. (20 de febrero 2012). Compost. [On-line]: http://www.es.wikipedia.org/wiki/compost

# 11. ANEXOS

**ANEXO 1.**Croquis del experimento



**ANEXO 2.** TRATAMIENTOS, NIVELES DE COMPOST APLICADOS

**Actividad:** Aplicación de compost.

**Fecha:** Diciembre 20 del 2011

| I | II | III |
|---|---|---|
| T4<br>31.2 Kg | T2<br>10.4 Kg | T1<br>0 Kg |
| T2<br>10.4 Kg | T4<br>31.2 Kg | T3<br>20.8 Kg |
| T3<br>20.8 Kg | T1<br>0 Kg | T4<br>31.2 Kg |
| T1<br>0 Kg | T3<br>20.8 Kg | T2<br>10.4 Kg |

6.4m

0.4m

3.25m

0.4m

10.55m x 27.2m

Surcos por parcela: 16

Plantas por surco: 13

| t/ha (compost) | | | |
|---|---|---|---|
| T1 | 0 | T3 | 10 |
| T2 | 5 | T4 | 15 |

**ANEXO 3.** ANÁLISIS QUÍMICO INICIAL DEL SUELO

**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**
**Nombre** : BEATRIZ LUCERO
**Dirección** : GUAMANI
**Ciudad** :
**Teléfono** :
**Fax** :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**
**Nombre** :
**Provincia** : PICHINCHA
**Cantón** : QUITO
**Parroquia** : GUAMANI
**Ubicación** :

**DATOS DEL LOTE**
**Cultivo Actual** :
**Cultivo Anterior** :
**Fertilización Ant.** :
**Superficie** :
**Identificación** : M1

**PARA USO DEL LABORATORIO**
**Nº Reporte** : 18.308
**Nº Muestra Lab.** : 83959
**Fecha de Muestreo** : 19/10/2011
**Fecha de Ingreso** : 20/10/2011
**Fecha de Salida** : 11/11/2011

| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION |
|---|---|---|---|
| N | 130.00 | ppm | BAJO / MEDIO / ALTO |
| P | 95.00 | ppm | |
| S | 6.40 | ppm | |
| K | 0.68 | meq/100 ml | |
| Ca | 9.10 | meq/100 ml | |
| Mg | 2.10 | meq/100 ml | |
| Zn | 5.60 | ppm | BAJO / MEDIO / ALTO |
| Cu | 10.00 | ppm | |
| Fe | 623.00 | ppm | |
| Mn | 6.40 | ppm | |
| B | 0.50 | ppm | BAJO / MEDIO / ALTO / TOXICO |
| pH | 5.76 | | 0 / 5.5 / 6.5 / 7.0 / 7.5 / 8.0 — Acido / Lig. Acd. / Práctic. Neutro / Lig. Alc. / Alcalino |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | BAJO / MEDIO / TOXICO |
| Al | | meq/100 ml | |
| Na | | meq/100 ml | |
| CE | | mmhos/cm | No Salino / Lig. Salino / Salino / Muy Salino |
| MO | 5.60 | % | BAJO / MEDIO / ALTO |

| Ca/Mg | Mg/K | Ca+Mg/K | meq/100ml Σ Bases | % NTot | ppm Cl | (%) Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,3 | 3,1 | 16,5 | 11,9 | | | | | | |

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

**ANEXO 4.** ANÁLISIS DEL COMPOST

ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
Km 141/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Telf. -Fax 690694
QUITO – ECUADOR

Nombre del propietario: José Lucero
Nombre del remitente:
Nombre de la Granja
Localización: Lasso (Parroquia) Latacunga (Cantón) Cotopaxi (Provincia)

Fecha de muestreo: 27/10/2011
Muestra: Compost
Fecha ingreso Laboratorio: 31/10/2011
Fecha de entrega 09/11/2011

**INFORME DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS**

| No. Laboratorio | Identificación | pH | R C/N | dS/m C.E. | g/100g N TOTAL | P | K | Ca | Mg | S | (%) M.O | C.O | mg/kg (ppm) B | Zn | Cu | Fe | Mn | % Na |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Compost | 7.76 | 14.7 | 8.92 | 2.64 | 0.78 | 2.07 | 3.05 | 0.50 | 0.59 | 67.1 | 38.9 | 34.3 | 296.8 | 87.9 | 3605.9 | 452.5 | 0.25 |

**METODOLOGÍA USADA:**

PH y C.E.: al 20 %
Materia Orgánica por pérdida por calcinación –Método A.O.A.C.

C.E. = Conductividad eléctrica dS/m = decisiems/metro
M.O. = Materia orgánica

**RESPONSABLE LABORATORIO**

**LABORATORISTA**

**ANEXO 5.** ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO A LA COSECHA, PARTE I

INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

| DATOS DEL PROPIETARIO | |
|---|---|
| **Nombre** | : JOSÉ LUCERO |
| **Dirección** | : GUAMANI |
| **Ciudad** | : |
| **Teléfono** | : |
| **Fax** | : |

| DATOS DE LA PROPIEDAD | |
|---|---|
| **Nombre** | : LA VENECIA |
| **Provincia** | : PICHINCHA |
| **Cantón** | : QUITO |
| **Parroquia** | : GUAMANI |
| **Ubicación** | : |

| PARA USO DEL LABORATORIO | |
|---|---|
| **Cultivo Actual** | : |
| **Fecha de Muestreo** | : 12/04/2012 |
| **Fecha de Ingreso** | : 12/04/2012 |
| **Fecha de Salida** | : 30/05/2012 |

| Nº Muest. | Datos del Lote | | ppm | | | meq/100ml | | | ppm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Laborat. | Identificación | pH | NH4 | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 001 | T1 RI | 5,80 LAc | 62,0 A | 71,0 A | 10,0 B | 0,45 A | 8,30 A | 1,50M | 6,5 M | 7,4 A | 384,0 A | 6,5 M | 0,80 B |
| 002 | T2 RI | 5,90 LAc | 66,0 A | 78,0 A | 13,0 M | 0,56 A | 9,30 A | 1,60 A | 7,4 A | 8,2 A | 467,0 A | 10,9 M | 0,90 B |
| 003 | T3 RI | 6,10 LAc | 75,0 A | 83,0 A | 13,0 M | 0,72 A | 11,90 A | 1,90 A | 8,1 A | 9,0 A | 546,0 A | 12,2 M | 0,90 B |
| 004 | T4 RI | 6,20 LAc | 70,0 A | 137,0 A | 20,0 M | 0,81 A | 11,90 A | 2,30 A | 10,9 A | 9,1 A | 550,0 A | 13,1 M | 0,90 B |
| 005 | T1 RII | 5,80 LAc | 76,0 A | 69,0 A | 10,0 B | 0,37 M | 9,60 A | 1,50M | 7,5 A | 8,3 A | 464,0 A | 6,6 M | 0,80 B |
| 006 | T2 RII | 6,00 LAc | 70,0 A | 61,0 A | 13,0 M | 0,61 A | 9,90 A | 1,60 A | 7,8 A | 8,4 A | 476,0 A | 8,2 M | 0,90 B |
| 007 | T3 RII | 6,30 LAc | 85,0 A | 85,0 A | 16,0 M | 0,72 A | 10,30 A | 1,70 A | 10,1 A | 8,6 A | 521,0 A | 9,1 M | 1,00 M |
| 008 | T4 RII | 6,50 LAc | 77,0 A | 146,0 A | 33,0 A | 0,90 A | 12,60 A | 2,20 A | 10,5 A | 9,0 A | 529,0 A | 13,6 M | 1,00 M |
| 009 | T1 RIII | 5,70 LAc | 71,0 A | 72,0 A | 8,2 B | 0,44 A | 10,90 A | 1,80 A | 5,8 M | 7,9 A | 371,0 A | 6,5 M | 0,70 B |
| 010 | T2 RIII | 6,00 LAc | 90,0 A | 63,0 A | 9,8 B | 0,60 A | 11,90 A | 1,90 A | 7,0 M | 8,0 A | 406,0 A | 7,7 M | 0,80 B |
| 011 | T3 RIII | 6,20 LAc | 87,0 A | 86,0 A | 13,0 M | 0,73 A | 12,50 A | 2,00 A | 8,3 A | 8,8 A | 474,0 A | 8,4 M | 0,90 B |
| 012 | T4 RIII | 6,30 LAc | 76,0 A | 137,0 A | 26,0 A | 0,84 A | 13,40 A | 2,40 A | 11,4 A | 9,0 A | 539,0 A | 9,5 M | 0,90 B |

| INTERPRETACION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | | | | Elementos: de NH4 a B | |
| Ac | = Acido | N | = Neutro | B | = Bajo |
| LAc | = Liger. Acido | LAl | = Lige. Alcalino | M | = Medio |
| PN | = Prac. Neutro | Al | = Alcalino | A | = Alto |
| RC | = Requiere Cal | | | T | = Tóxico (Boro) |

| METODOLOGIA USADA | | EXTRACTANTES |
|---|---|---|
| pH | = Suelo: agua (1:2,5) | Olsen Modificado |
| N,P,B | = Colorimetría | N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn |
| S | = Turbidimetría | Fosfato Monobásico de Calcio |
| K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn | = Absorción atómica | B,S |

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

**ANEXO 6.** ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO A LA COSECHA, PARTE II

INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

**DATOS DEL PROPIETARIO**
**Nombre** : JOSÉ LUCERO
**Dirección** : GUAMANÍ
**Ciudad** :
**Teléfono** :
**Fax** :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**
**Nombre** : LA VENECIA
**Provincia** : PICHINCHA
**Cantón** : QUITO
**Parroquia** : GUAMANÍ
**Ubicación** :

**PARA USO DEL LABORATORIO**
**Cultivo Actual** :
**Fecha de Muestreo** : 12/04/2012
**Fecha de Ingreso** : 12/04/2012
**Fecha de Salida** : 29/05/2012

| Nº Muest. | meq/100ml | | | dS/m | (%) | Ca | Mg | Ca+Mg | meq/100ml | % | ppm | Textura (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Laborat. | Al+H | Al | Na | C.E. | M.O. | Mg | K | K | Σ Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural |
| 001 | | | | | 5,70 A | 5,53 | 3,33 | 21,78 | 10,25 | 0,61 | | | | | |
| 002 | | | | | 6,00 A | 5,81 | 2,86 | 19,46 | 11,46 | 0,57 | | | | | |
| 003 | | | | | 6,40 A | 6,26 | 2,64 | 19,17 | 14,52 | 0,50 | | | | | |
| 004 | | | | | 6,80 A | 5,17 | 2,84 | 17,53 | 15,01 | 0,54 | | | | | |
| 005 | | | | | 5,60 A | 6,40 | 4,05 | 30,00 | 11,47 | 0,50 | | | | | |
| 006 | | | | | 5,90 A | 6,19 | 2,62 | 18,85 | 12,11 | 0,54 | | | | | |
| 007 | | | | | 6,10 A | 6,06 | 2,36 | 16,67 | 12,72 | 0,61 | | | | | |
| 008 | | | | | 6,60 A | 5,73 | 2,44 | 16,44 | 15,70 | 0,50 | | | | | |
| 009 | | | | | 5,60 A | 6,06 | 4,09 | 28,86 | 13,14 | 0,54 | | | | | |
| 010 | | | | | 6,00 A | 6,26 | 3,17 | 23,00 | 14,40 | 0,68 | | | | | |
| 011 | | | | | 6,10 A | 6,25 | 2,74 | 19,86 | 15,23 | 0,68 | | | | | |
| 012 | | | | | 6,70 A | 5,58 | 2,86 | 18,81 | 16,64 | 0,72 | | | | | |

**INTERPRETACION**

| Al+H, Al y Na | C.E. | | M.O. y Cl |
|---|---|---|---|
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | B = Bajo |
| M = Medio | LS = Lig. Salino | MS = Muy Salino | M = Medio |
| T = Tóxico | | | A = Alto |

**ABREVIATURAS**
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

**METODOLOGIA USADA**
C.E. = Pasta Saturada
M.O. = Dicromato de Potasio
Al+H = Titulación NaOH

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

**ANEXO 7.** HOJA DE REGISTRO DE PARTICIPANTES A LA CAPACITACIÓN

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**CARRERA DE ADMINISTRACIÓN YPRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

**MODALIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**HOJA DE REGISTRO DE ASISTENTES A CHARLA TÉCNICA SOBRE USO DE COMPOST PARA EL CULTIVO DE LECHUGA.**

| NOMBRE | C. I | FIRMA |
|---|---|---|
| WILLIAMS SUNTASIG. | 1711508406. | |
| Norma Porras Merino | 1710999926-7 | |
| Enrique Suntasig | 1706625013 | Enrique Suntasig |
| Daniela Suntasig | 1718801986 | Daniela Suntasig |
| PATRICIA ALTAMIRANO | 171369564-9 | |
| WASHINGTON BONILLA | 0201386745 | Bonilla |
| Cristian Lucero | 1721041129-9 | |
| Alexander Lucero | 172184881-8 | |
| Inés Peñafiel | 020108753-3 | |
| Nory Hernández | 171819820-1 | |
| Martha Fierro | 172116702-9 | |
| Diego Bonilla | 1726896531-1 | |
| Katherine Bonilla | 1725574048 | |
| Luis Lucero | 090174006-5 | |
| Edwin Olivarez | 0201595543 | |
| Raúl Cruz | 1703833879 | |
| [illegible] Egüe | 171253601-8 | |
| Arnulfo Portilla N. | 100336620-8 | |

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**CARRERA DE ADMINISTRACIÓN YPRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

**MODALIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**HOJA DE REGISTRO DE ASISTENTES A CHARLA TÉCNICA SOBRE USO DE COMPOST PARA EL CULTIVO DE LECHUGA.**

| NOMBRE | C. I | FIRMA |
|---|---|---|
| HILDA TACO | 1720494143 | |
| GABRIELA CAYAMBE | 172309721-6 | |
| Ing. Diego Quelal | 100211103-5 | |
| Daysi Changoloisa | 1716956998 | |
| Eduardo Bonilla | 0201244444-9 | |
| Rushel Jaramillo | 1103869648. | |
| Rocio Arios | 050141045-0 | |
| Martha Bonilla | 170664243-4 | |
| Karina Sánchez | 080238674-8 | |
| Fanny Salazar | 0200202612 | |
| Gabriela Chanataxig | 172186144-9 | |
| Jacqueline Altamirano | 170953069-3 | |
| Walter Bonilla | 0201130416-5 | |
| Maribel Lopez | 130749142-1 | |
| Ma. Fernanda Andrade | 171765371-7 | |
| Myriam Alán | 171343704-2 | |
| Fabiola Flores | 1703550952. | |
| Fernnie Quintanas | 1723026355 | |
| Eugenia Chicaiza | 0500915731 | |
| Ana Lucia Mora | 170746736-9 | |
| Mónica Andino | 170736466-5 | |
| Lorena Pico | 150072035-2 | |
| Veronica Ortiz | 060318476-3 | |

**ANEXO 7.** FOTOGRAFÍAS DEL DESARROLLO DEL ENSAYO

**Foto 2 y 3.** Preparación del suelo

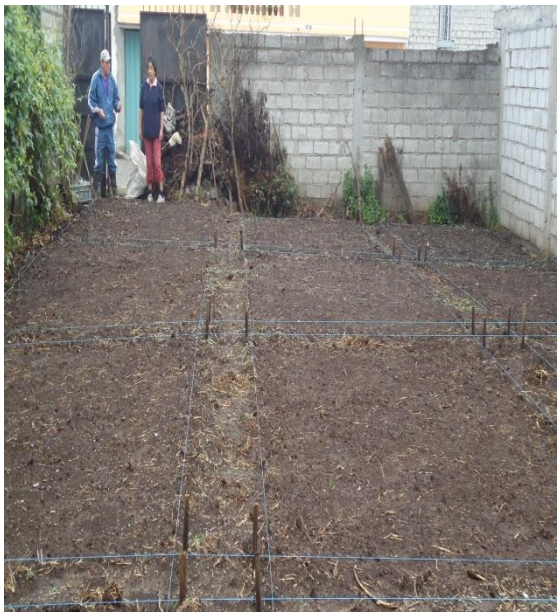


**Foto 4 y 5.** Delimitación de parcelas

**Fotos 6 y 7.** Elaboración de surcos

**Fotos 8 y 9.** Trasplante

**Fotos 10 y 11.** Trasplante

**Fotos 12 y 13.** Labores culturales

**Foto 14.** Altura de planta 20 días **Foto 15.** Altura de planta 40 días

**Foto 16.** Altura de planta 60 días **Foto 17.** Altura de planta 90 días

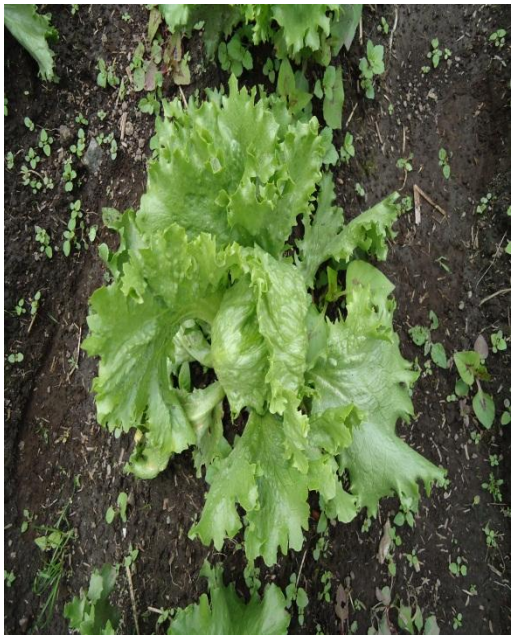


**Foto 18.** Diámetro de planta 20 días

**Foto 19.** Diámetro de planta 40 días

**Foto 20.** Diámetro de planta 60 días

**Foto 21.** Diámetro de planta 90 días

**Fotos 22 y 23.** Cosecha de lechugas

**Foto 24 y 25.** Rendimientode lechugas

**Foto 26.** Visita de campo

**Foto 27.** Ensayo de lechuga