

**“PRUEBA DE TRES FUENTES DE NITRÓGENO ORGÁNICO CON
DIFERENTES NIVELES DE APORTACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE
LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*)”**

MATA VILLACÍS CLARA JIMENA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERA AGRÓNOMA**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: el trabajo de investigación titulado
**“PRUEBA DE TRES FUENTES DE NITRÓGENO ORGÁNICO CON
DIFERENTES NIVELES DE APORTACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE
LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*)”**, de responsabilidad de la
Señorita egresada Clara Jimena Mata Villacís, ha sido prolijamente revisado quedando
autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Franklin Arcos.

.....

Director

Ing. Víctor Lindao.

.....

Miembro

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con todo mi amor a mi Hija Bryanna Myshell por ser mi fuente inagotable de energía todos los días y porque con tan solo una sonrisa logra alegrar mi vida, alejar mis penas e iluminar mi mundo.

A ti por ser mi inspiración y enseñarme a dar y recibir el amor más puro, sincero e incondicional, gracias por motivarme a alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

El mayor de los agradecimientos a DIOS y la VIRGEN SANTÍSIMA por colmar mi vida de su amor y sus bendiciones y por extenderme sus brazos en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres Polivio (+) y Clara por traerme al mundo y estar a mi lado apoyándome, guiándome y compartiendo mis penas y alegrías en cada etapa de mi vida. Papá aunque ya no estés a mi lado sé que al igual que yo disfrutas de este momento y compartes mi alegría, espero te sientas muy orgulloso de mi.

A mi hermano Marcelo por estar junto a mí en cada adversidad, porque juntos hemos logrado salir adelante y al apoyarnos mutuamente nos hemos cuidado las espaldas.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica, a todo el personal que la conforma y permite que el todo funcione perfectamente. De manera muy especial y sentida a los Ingenieros Luis Hidalgo, Franklin Arcos y Víctor Lindao por el tiempo dedicado hacia mi persona y el apoyo brindado para el desarrollo del presente trabajo.

A mis amigos por los bonitos momentos que hemos compartido, por tantas anécdotas, por estar a mi lado siempre que los he necesitado y porque su apoyo nunca me ha faltado.

A la persona tan especial en mi vida Luis C. porque a pesar de mis errores y las dificultades nunca me ha dejado sola.

De corazón gracias a todos y muchas bendiciones.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
	LISTA DE CUADROS	i
	LISTA DE GRÁFICOS	iv
	LISTA DE ANEXOS	v
II	INTRODUCCIÓN	1
III	REVISIÓN DE LITERATURA	3
IV	MATERIALES Y MÉTODOS	31
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
VI	CONCLUSIONES	71
VII	RECOMENDACIONES	72
VIII	ABSTRACTO	73
IX	SUMMARY	74
X	BIBLIOGRAFÍA	75
XI	ANEXOS	80

LISTA DE CUADROS

N°	Descripción	Página
Cuadro 1.	Composición química de Eco-Abonaza	16
Cuadro 2.	Composición bio-química de Ferthigue	17
Cuadro 3.	Composición química del Humus de lombriz	19
Cuadro 4.	Fertilizantes minerales permitidos en agricultura orgánica.	19
Cuadro 5.	Requerimiento de nutrientes del cultivo de lechuga en kg/ha	25
Cuadro 6.	Características climáticas de la zona ESPOCH	31
Cuadro 7.	Cantidad de nutrientes utilizados en kg/ha	35
Cuadro 8.	Niveles de aplicación (gr/ planta)	35
Cuadro 9.	Aplicación complementaria de potasio (gr/ planta)	35
Cuadro 10.	Aplicación complementaria de fósforo (gr/ planta)	36
Cuadro 11.	Factor a por factor b	36
Cuadro 12.	Análisis de varianza.	37
Cuadro 13.	Categorización comercial de la lechuga	39
Cuadro 14.	Cuadrado medio para el porcentaje de prendimiento a los 8 ddt	43
Cuadro 15.	Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento según las fuentes orgánicas	44
Cuadro 16.	Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento según los niveles	46
Cuadro 17.	Cuadrado medio para la altura de planta a los 20 ddt	47

Cuadro 18.	Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los 20 días según los niveles	48
Cuadro 19.	Cuadrado medio para el número de hojas por planta a los 60 ddt	51
Cuadro 20.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas por planta a los 60 días según las fuentes orgánicas	52
Cuadro 21.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas por planta a los 60 días según los niveles	54
Cuadro 22.	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas por planta a los 60 días según la interacción fuentes orgánicas por niveles	55
Cuadro 23.	Cuadrado medio para el número de días a la cosecha	57
Cuadro 24.	Prueba de Tukey al 5% para los días a la cosecha según las fuentes orgánicas	58
Cuadro 25.	Cuadrado medio para el rendimiento a la cosecha en kg/parcela neta	60
Cuadro 26.	Cuadrado medio para el rendimiento a la cosecha expresado en kg/ha	61
Cuadro 27.	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento a la cosecha expresado en kg/parcela neta y en kg/ha según las fuentes orgánicas	62
Cuadro 28.	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento a la cosecha expresado en kg/parcela neta y en kg/ha según los niveles	64
Cuadro 29.	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento a la cosecha expresado en kg/parcela neta y en kg/ha según la interacción fuentes orgánicas por niveles	66

Cuadro 30.	Rendimiento por categorías de comercialización de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>crispa</i>)	68
Cuadro 31.	Presupuesto parcial y beneficios netos del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>crispa</i>)	69
Cuadro 32.	Análisis de dominancia para el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>crispa</i>)	70
Cuadro 33.	Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados	70

LISTA DE GRÁFICOS

N°	Descripción	Página
Gráfico 1.	Porcentaje de prendimiento según las fuentes orgánicas	44
Gráfico 2.	Porcentaje de prendimiento según los niveles	46
Gráfico 3.	Altura de planta a los 20 días según los niveles	49
Gráfico 4.	Número de hojas por planta a los 60 días según las fuentes orgánicas	52
Gráfico 5.	Número de hojas por planta a los 60 días según los niveles	54
Gráfico 6.	Número de hojas por planta a los 60 días según la interacción fuentes orgánicas por niveles	56
Gráfico 7.	Días a la cosecha según las fuentes orgánicas	58
Gráfico 8.	Rendimiento a la cosecha expresado en kg/parcela neta y en kg/ha según las fuentes orgánicas	62
Gráfico 9.	Rendimiento a la cosecha expresado en kg/parcela neta y en kg/ha según los niveles	64
Gráfico 10.	Rendimiento a la cosecha expresado en kg/parcela neta y en kg/ha según la interacción fuentes orgánicas por niveles	66

LISTA DE ANEXOS

N°	Descripción	Página
Anexo 1.	Croquis del ensayo	80
Anexo 2.	Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento	81
Anexo 3.	Análisis de varianza para altura de planta a los 20 ddt	81
Anexo 4.	Análisis de varianza para altura de planta a los 40 ddt	82
Anexo 5.	Análisis de varianza para altura de planta a los 60 ddt	82
Anexo 6.	Análisis de varianza para número de hojas a los 20 ddt	83
Anexo 7.	Análisis de varianza para número de hojas a los 40 ddt	83
Anexo 8.	Análisis de varianza para número de hojas a los 60 ddt	84
Anexo 9.	Análisis de varianza para días a la cosecha	84
Anexo 10.	Análisis de varianza para rendimiento cosecha en kg/parcela neta	85
Anexo 11.	Análisis de varianza para rendimiento cosecha en kg/ha	85
Anexo 12.	Análisis químico de suelos laboratorio ESPOCH	86
Anexo 13.	Análisis de químico de Humus de lombriz laboratorio ESPOCH	87

I. PRUEBA DE TRES FUENTES DE NITRÓGENO ORGÁNICO CON DIFERENTES NIVELES DE APORTACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*)

II. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es común la utilización de lechuga crespa en la cocina ecuatoriana, debido a que posee un óptimo nivel alimenticio por su alto contenido de minerales en comparación con otras verduras, es también una importante fuente de calcio, hierro, proteína y vitamina C , además de ser baja en calorías. Esto ha influido en la apertura de mercado para la comercialización de esta hortaliza.

Es así que la producción de lechuga ha incrementado con el paso del tiempo, aunque en Ecuador se dispone de datos a nivel general y no por variedades específicas sabemos que tan solo en el año 2007 existían en el país 1644 ha de producción de lechuga tanto en cultivos asociados como en monocultivos, la provincia de Chimborazo presentó 295 ha de lechuga cosechadas lo que constituyó 2012 toneladas producidas, y esto significó un rendimiento de 6820 kg/ha.

Los principales países importadores de lechuga son: Estados Unidos, Japón y Alemania. Según datos del Banco Central nuestro principal destino de exportación es Estados Unidos, país en el cual el mercado para este producto está limitado casi en su totalidad a productos orgánicos.

Este sector de comercialización es una excelente oportunidad para la provincia de Chimborazo la cual presenta una gran diversidad de suelos y climas que favorecen la producción hortícola. La lechuga al ser un cultivo de ciclo corto facilita su manejo orgánico. Esta hortaliza puede cultivarse a lo largo de todo el año permitiendo a los agricultores percibir mayores ingresos económicos frente a cultivos de ciclo largo que demandan mayor inversión y brindan un menor número de cosechas anuales.

Pero no podemos pasar por alto la problemática a la que en la actualidad nos enfrentamos; el rendimiento de lechuga disminuye paulatinamente y el deterioro de los suelos se evidencia cada vez más; todo esto a causa del indiscriminado uso de fertilizantes químicos.

Es así que siendo la lechuga un cultivo de gran importancia en la economía de la provincia y el país y frente a la imperiosa necesidad de cuidar los suelos es necesario ensayar nuevas fuentes de fertilización orgánica y determinar los niveles óptimos de aportación de estas fuentes, de manera especial el nitrógeno ya que según Aruani (2012), el nitrógeno (N) es el nutriente con mayor impacto sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos hortícolas en general. Es extremadamente dinámico en el suelo y sufre cambios que incluyen procesos de pérdidas, ganancias y transformaciones, es un elemento determinante en el rendimiento del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*).

Estos conocimientos facilitarán sustituir la fertilización química por la orgánica y garantizarán el rendimiento de este cultivo a través del tiempo a más de contribuir a la conservación de los suelos.

Todo esto encaminado hacia una agricultura más limpia, amigable con los seres humanos y con el ambiente y que a su vez ayude a los agricultores a mejorar sus ingresos.

Por todo esto, en el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- A. Evaluar el mejor nivel de aportación de Nitrógeno en el rendimiento de lechuga crespa.
- B. Determinar la mejor fuente de aportación de Nitrógeno para la producción de lechuga crespa.
- C. Evaluar el rendimiento de lechuga crespa expresado en kg/ha.
- D. Realizar el análisis económico de los tratamientos.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. MATERIA ORGÁNICA

1. Importancia

La materia orgánica permite realizar aportes minerales complementarios al suelo bajo la forma de productos naturales como sedimentos marinos o terrestres, rocas molidas, etc (Cabrera, 2010).

Los abonos de origen orgánico son aquellos que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos pudiendo ser estos estiércoles, desechos de cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc., que se utilizan en el suelo con el propósito de incrementar la actividad microbiana del mismo, los abonos orgánicos son ricos en materia orgánica y microorganismos, pero bajos en elementos inorgánicos (Mosquera, 2010).

La importancia del uso de abonos orgánicos se basa en que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo. Los abonos orgánicos ayudan a la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos.

Los abonos orgánicos aumentan las condiciones nutritivas del suelo, mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del mismo. Su acción es prolongada y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico (Nigoul, 2006).

Los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas. Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente para aquellos desgastados por la erosión y con bajo contenido de materia orgánica, la utilización de los abonos orgánicos contribuye a regenerar los suelos (Mosquera, 2010).

2. Composición de la materia orgánica

Los principales elementos que constituyen la materia orgánica son el carbono (C), el hidrógeno (H), el oxígeno (O) y el nitrógeno (N).

La materia orgánica proviene de la síntesis de los organismos vivos que combinan los distintos elementos en su funcionamiento metabólico y catabólico. La parte orgánica proviene de los distintos desechos de los organismos vivos que son transformados por los microorganismos que posee naturalmente el suelo. Los ácidos orgánicos y alcoholes durante su descomposición sirven de fuente de carbono para los microorganismos (Benzing, 2001).

3. Mineralización de la materia orgánica

Podemos definir a la mineralización de la materia orgánica como la degradación completa de un compuesto a sus constituyentes minerales, en donde el carbono orgánico es oxidado hasta CO_2 . Dado que la descomposición de un sustrato orgánico por medio del proceso de respiración aeróbica tiene como productos principales a CO_2 y H_2O , la evolución de CO_2 puede utilizarse como un indicador bastante preciso de la actividad respiratoria de comunidades en agua y suelo (Ballesteros, 2001).

Podemos decir entonces que la mineralización es el proceso de descomposición de la materia orgánica del suelo que permite que los nutrientes vuelvan al mismo en formas asimilables para las plantas.

La velocidad de la mineralización depende de la presencia de oxígeno y la temperatura. Es por esto que en suelos fríos o encharcados la mineralización es más lenta, mientras que en suelos de climas áridos la mineralización es mucho más rápida.

En la mineralización se produce la transformación del nitrógeno orgánico en nitrógeno mineral, fundamentalmente nitrato y amonio (Ballesteros, 2001).

La mineralización de la materia orgánica da como resultado un material humificado también llamado humus el cual es un compuesto relativamente estable formado por sustancias húmicas, incluyendo ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas. Es probablemente el material que contiene carbono más ampliamente distribuido en los

medios terrestres y acuáticos. El humus no puede ser fácilmente descompuesto debido a sus íntimas interacciones con los minerales del suelo y además es químicamente demasiado complejo para poder ser usado por otros organismos (Estévez, 2006).

Por esta razón, se considera al humus como la materia orgánica del suelo en un estado más o menos avanzado de estabilización que no se encuentra en una forma definida sino en un serie de productos intermedios de transformación hasta que parte de sus componentes lleguen a mineralizarse bajo la acción del agua, el oxígeno y principalmente de los microorganismos del suelo (Fernandez, 2003).

Entre 35 y 55 por ciento de la parte no viviente de la materia orgánica es humus. Este es un importante amortiguador, reduce las fluctuaciones en los suelos ácidos y mejora la disponibilidad de nutrientes. Comparadas con simples moléculas orgánicas, las sustancias húmicas son grandes, con altos pesos moleculares y muy complejas.

El humus está formado por diferentes sustancias húmicas: (Fernandez, 2003).

- 1) Ácidos fúlvicos: constituyen una serie de compuestos sólidos y semisólidos, amorfos, de color amarillo y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no se precipitan por los ácidos es de menor peso molecular y posee alrededor del 43 – 52% del carbono.
- 2) Ácidos húmicos: es la fracción del humus insoluble en agua pero fácilmente dispersables en las soluciones acuosas de los hidróxidos y sales básicas de los metales alcalinos, se precipita cuando se acidifica el extracto. El color normal es café oscuro y alto peso molecular, íntimamente ligado a arcillas y contiene entre el 50-62% del carbono.
- 3) Huminas: constituyen la parte no soluble y por tanto no extraíble de las sustancias húmicas, esta fracción del humus es la de mayor peso molecular.

Las sustancias húmicas y fúlvicas favorecen directamente el crecimiento de la planta a través de los efectos fisiológicos y nutricionales. Algunas de estas sustancias funcionan como hormonas naturales de las plantas (auxinas y giberelinas) y son capaces de mejorar la germinación de las semillas y la iniciación radical, pueden servir también como fuente de nitrógeno, fósforo y azufre.

Indirectamente, pueden afectar el crecimiento de la planta mediante la modificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, por ejemplo, el incremento de la capacidad de retención de agua, la capacidad de intercambio iónico, favorecen una mejor labranza y aireación mediante una buena estructura del suelo (Estévez, 2006).

4. Ventajas de materia orgánica

Según Benzing (2001), la materia orgánica aporta nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta durante el proceso de descomposición (N, P, K, S, B, Cu, Fe, Mg, etc.); contribuye con sustancias agregantes del suelo tornándolo grumoso y con bioestructura estable a la acción de las lluvias, durante su descomposición libera ácidos orgánicos y alcoholes que sirven de fuente de carbono a los microorganismos mejorando la posibilidad de vida en especial a los fijadores de nitrógeno que producen sustancias de crecimiento con efectos muy positivos en la descomposición, produciendo antibióticos que protegen a las plantas de enfermedades, y generan sustancias intermedias producidas en su descomposición que pueden ser absorbidas por las plantas aumentando su crecimiento, además la materia orgánica favorece la labranza, y reduce las pérdidas del suelo por erosión hídrica o eólica.

5. Beneficios de la materia orgánica humificada

Cabrera (2010), manifiesta que la materia orgánica humificada aumenta la capacidad del suelo, con relación a la naturaleza coloidal del humus que ayuda a retener e intercambiar cationes nutritivos, aumenta el poder tampón, la resistencia contra la modificación brusca del pH, siendo importante especialmente para tierras fertilizadas químicamente, provee sustancias como fenoles que contribuyen a la respiración y absorción del fósforo, mejora la estructura del suelo mejorando a su vez el movimiento del agua y del aire (aireación) y por ende el desarrollo del sistema radicular de las plantas, incrementa la capacidad de retención del agua e incrementa la temperatura del suelo.

PROMERINOR Cia. Ltda (2014), indica que las enmiendas húmicas favorecen el enraizamiento, ya que desarrollan y mantienen un sistema radicular joven y vigoroso durante todo el ciclo del cultivo. El desarrollo radicular de la planta con aporte de enmiendas húmicas es enorme, y esto hace que el desarrollo de la misma sea mucho

más rápido, debido a que absorbe mayor cantidad de elementos nutritivos, y esto se traduce en mayor producción.

Esta enmienda húmica al desarrollar más las raíces, equilibra también mejor la nutrición de las plantas, mejora el comportamiento de estas en condiciones salinas y ayuda a la eliminación de diversas toxicidades. Las raíces son el pilar básico de una planta, ya que no podemos olvidar que sirven de sujeción al suelo. Las raíces de las plantas hortícolas son fasciculadas, no distinguiéndose un pivote principal. Están constituidas por una serie de troncos principales que profundizan oblicuamente en el suelo y de las cuales nacen las raíces secundarias. La escasez de materia orgánica, y por tanto de ácidos húmicos y fúlvicos de los suelos, hace necesario el aporte de los mismos, se considera que los ácidos húmicos contienen del 3,5 al 5% de nitrógeno (Ballesteros, 2001).

6. Efectos de los abonos orgánicos sobre el suelo

a. Propiedades físicas

El abono orgánico por su color oscuro absorbe más radiación solar, el suelo adquiere mayor temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. Mejora también la estructura del suelo haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

Mejora la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste, aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a disminuir el uso de agua de riego por la mayor absorción del terreno; además, reduce la erosión ya sea por efectos del agua o del viento (Mosquera, 2010).

b. Propiedades químicas

Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH del mismo, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo (Mosquera, 2010).

c. **Propiedades biológicas**

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que existe mayor actividad radicular y de los microorganismos aerobios. Producen también sustancias inhibitoras y activadoras del crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo de los cultivos (Mosquera, 2010).

B. **MECANISMOS DE ABSORCIÓN DE LOS NUTRIENTES**

Los nutrientes llegan a la raíz de la planta básicamente de tres maneras: por interceptación, flujo masivo y difusión: (Benzing, 2001).

1. **Interceptación**

Las raíces crecen en dirección de los sitios de mayor concentración de los nutrientes a una velocidad muy lenta. Las raíces al crecer van explorando porciones de suelo nuevas y pueden absorber los nutrientes que interceptan, la cantidad de nutriente potencialmente absorbida depende del volumen radicular, pero es muy pequeña en todos los casos, dado que el volumen radicular generalmente es alrededor de 1% del volumen del suelo explorado. Para que este mecanismo sea eficiente, la cantidad de nutriente requerida debe ser muy pequeña (algunos micronutrientes en algunos suelos) o la cantidad de nutriente disponible en el suelo debe ser muy alta.

2. **Flujo masivo**

Es el flujo de nutrientes disueltos en la solución del suelo. Los nutrientes se mueven con el agua, la fuerza motriz es la transpiración de la planta, los nutrientes son transportados hacia las raíces pero no dentro de ellas. La cantidad de nutriente transportada por flujo masivo es el resultado del volumen de solución (V_0) multiplicado por la concentración del nutriente en la solución (CL) $FM = V_0 * CL$. Para que este mecanismo sea eficiente, la cantidad de nutriente requerida debe ser pequeña o la concentración del nutriente en la solución debe ser muy alta. El, Mg, el N como (NO_3^-), y el S como SO_4^{2-} se absorben mayoritariamente por este mecanismo

El flujo de masa implica que los nutrientes se mueven con el agua hacia las raíces de las plantas. Una vez que llegan a la superficie puede ocurrir que la planta absorba el agua pero no los nutrientes, los cuales se acumulan y pueden precipitar.

3. Difusión

La difusión de nutrientes se da a través de gradientes de concentración en la solución del suelo. Es causada por una zona de empobrecimiento inducida por la absorción de nutrientes cerca de la superficie radicular. La difusión es un proceso por el cual partículas de un líquido (iones, moléculas) se mezclan sin fuerzas externas. La causa es la agitación térmica de las moléculas (movimiento Browniano) que resulta en un movimiento aleatorio de partículas, cuando existe un gradiente de concentración hay un movimiento mayor desde la zona de alta a la zona de baja concentración.

C. NITRÓGENO

El nitrógeno está presente en diferentes formas en la biosfera. La atmósfera contiene aproximadamente un 78 % de nitrógeno molecular (N_2). Sin embargo, la mayor parte de este gran reservorio de nitrógeno no está directamente disponible para los organismos. La adquisición del nitrógeno de la atmósfera requiere la ruptura del enlace triple covalente entre dos átomos de nitrógeno ($N \equiv N$) para producir amonio. Estas reacciones de fijación del nitrógeno pueden ser procesos naturales o industriales, fijando el proceso natural aproximadamente 190×10^{12} g/año de nitrógeno (Taiz & Zeiger, 1998).

Debido a la importancia del N en las plantas, junto al fósforo (P) y al potasio (K) se lo clasifica como macronutriente.

Es además, el nutriente que en general más influye en el rendimiento y calidad del producto a obtener en la actividad agropecuaria (Pedromo & Barbazán, 2008).

1. El nitrógeno en el suelo

Otra reserva importante de N es la materia orgánica del suelo. Del total del N que hay en el suelo, aproximadamente el 98% se encuentra formando compuestos orgánicos. Dependiendo del contenido de materia orgánica que presente un suelo, los primeros 20

centímetros de profundidad pueden contener entre 1.000 y 10.000 kg de N/ha. Estas formas orgánicas incluyen proteínas, aminoácidos y azúcares aminados. Sin embargo, las formas químicas identificadas representan sólo un 30-35% del total del N orgánico del suelo.

El resto, entre un 70 a 75% de N orgánico, está en estructuras químicas complejas que aún no se han podido identificar (Pedromo & Barbazán, 2008).

El N presente en el suelo bajo formas orgánicas tampoco está disponible como tal para las plantas, sino que para ser absorbido tiene que pasar a formas inorgánicas. El N inorgánico representa un 2% del N total del suelo, encontrándose en formas de nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y nitrito (NO_2^-). Estas formas inorgánicas son transitorias en el suelo, por lo cual las cantidades de N inorgánico presentes en el, son extremadamente variables, pudiendo existir desde unos pocos gramos hasta más de 100 kg/ha de N. Debido a que ésta es la forma en que el N es absorbido por las plantas el N inorgánico es muy importante para la nutrición vegetal (Pedromo & Barbazán, 2008).

2. Mineralización del nitrógeno

El término mineralización se usa normalmente para describir la transformación de N orgánico en N inorgánico, ya sea este en forma de NH_4^+ o NO_3^- . El término amonificación se usa generalmente para describir específicamente el pasaje de N orgánico a NH_4^+ , e inclusive algunos autores emplean el término mineralización para referirse sólo al pasaje de N orgánico a NH_4^+ . Esto se debe en parte a que el NH_4^+ es la forma preferente de N inmovilizado por los microorganismos, a la conexión íntima que existe entre los procesos de mineralización e inmovilización de N y a que el proceso de mineralización hasta NH_4^+ es realizado por los microorganismos heterótrofos del suelo, los cuales utilizan sustancias orgánicas carbonadas como fuente de energía (Pedromo & Barbazán, 2008).

a. Aminización

La etapa de aminización, la cual comprende la ruptura de las proteínas es realizada por bacterias y hongos heterótrofos. Las bacterias predominan en condiciones de pH neutro o alcalino, mientras que en condiciones de pH ácido los primeros en atacar las proteínas

son los hongos. En este proceso las proteínas son transformadas a aminas, aminoácidos y urea (Pedromo & Barbazán, 2008).

b. Amonificación

Gran parte del nitrógeno del suelo proviene de la descomposición de la materia orgánica y, por lo tanto, consiste en compuestos orgánicos complejos (proteínas, aminoácidos, etc.).

Estos compuestos suelen ser degradados a compuestos simples por los organismos que viven en el suelo (bacterias y hongos). Estos microorganismos utilizan las proteínas y aminoácidos para formar las proteínas que necesitan y liberan el exceso de nitrógeno como amoníaco NH_3 o amonio NH_4^+ . Este proceso se denomina amonificación (Cabezas & Sánchez, 2008).

c. Nitrificación

La nitrificación se define como el pasaje de NH_4^+ a NO_3^- , el cual es realizado por un grupo reducido de microorganismos autótrofos especializados (principalmente Nitrobacterias), que obtienen su energía de este proceso oxidativo. Dicho proceso ocurre en dos etapas: primero se produce el pasaje de NH_4^+ a NO_2^- , en donde intervienen bacterias del género Nitrosomonas. Luego este NO_2^- es convertido a NO_3^- por bacterias del género Nitrobacter (Pedromo & Barbazán, 2008).

d. Desnitrificación

La desnitrificación es un proceso de reducción biológica realizado en el suelo por un gran número de microorganismos anaerobios facultativos. En condiciones de anaerobiosis estos microorganismos utilizan el NO_3^- y el NO_2^- en lugar de O_2 como aceptores de electrones, produciendo dos formas gaseosas de N, N_2O (óxido nitroso) y N_2 (N molecular).

Se estima que en promedio, del 25 al 30% del N aplicado como fertilizante se pierde por este proceso (Pedromo & Barbazán, 2008).

e. Absorción del nitrato por las raíces

La absorción de NO_3^- está sujeta a una regulación positiva o de inducción y negativa. La última parece depender del nivel de N de la planta. Ha sido sugerido que el ciclo de los aminoácidos entre los tallos y las raíces sirve para proveer la información necesaria respecto del nivel de N en la planta, que le permite a las raíces regular la absorción de N.

El movimiento pasivo del nitrato a través de las membranas plasmáticas es probablemente vía canales iónicos; un canal permeable al nitrato el cual permite el flujo de aniones hacia la célula. Por otra parte, el transporte activo es requerido en las membranas plasmáticas para mantener la concentración intracelular de nitrato. La fuerza protón motriz a través de la membrana plasmática puede proveer la energía necesaria para el transporte de nitrato (Pereyra, 2001).

f. Asimilación del nitrato

Las plantas asimilan la mayor parte del nitrato absorbido por sus raíces en compuestos orgánicos nitrogenados. La primera etapa de este proceso es la reducción de nitrato a nitrito en el citoplasma. La enzima nitrato reductasa (NR) es la que cataliza la reacción.

Dado que el nitrito formado es altamente reactivo, siendo un ion potencialmente tóxico, las células vegetales lo transportan inmediatamente después de ser generado por la reducción del nitrato desde el citoplasma a los cloroplastos en las hojas, y a los plástidos en las raíces. En estas organelas la enzima nitrito reductasa reduce el nitrito a amonio (Pereyra, 2001).

g. Asimilación del amonio

Las células vegetales evitan la toxicidad del amonio incorporándolo rápidamente en los esqueletos carbonados para formar aminoácidos. El paso primario de esta incorporación involucra las acciones secuenciales de la glutamina sintetasa y la glutamato sintetasa. La glutamina sintetasa (GS) combina el amonio con glutamato para formar glutamina (Pereyra, 2001).

3. El nitrógeno en las plantas

El nitrógeno es absorbido por las plantas en forma de nitrato NO_3^- y amonio NH_4^+ . Generalmente se entiende que el amonio es absorbido y utilizado primeramente por las plantas jóvenes. Mientras que el nitrato es la forma principal para utilizarlo durante el periodo largo de desarrollo (Devlin, 1980).

Los aminoácidos, clorofila y ácidos nucleicos son los mayores constituyentes del protoplasma de la célula, así que la falta de nitrógeno inhibe la división celular con una consecuente reducción en el crecimiento.

El nitrógeno juega un papel importante como constituyente de la clorofila en la coloración característica de todas las plantas verdes. Así que el color de la hoja es un buen indicador del nivel de nitrógeno en los cultivos (Pedromo & Barbazán, 2008).

El nitrógeno es parte importante de la materia viva, se encuentra en el protoplasma de las células en forma de sustancias orgánicas nitrogenadas llamadas albuminoides, proteínas o prótidos. Forma parte de la clorofila, fosfátidos, alcaloides, fermentos y en muchas otras sustancias orgánicas que condiciona el fenómeno fundamental de la fotosíntesis (Arcos, 2009).

4. Formas químicas de absorción del nitrógeno por las plantas

Las plantas pueden absorber N como NO_3^- o NH_4^+ . Como en la mayoría de los suelos las condiciones permiten la acción de las bacterias nitrificantes, normalmente la mayoría de los cultivos absorben la mayor parte de su N como NO_3^- . Sin embargo, en situaciones específicas, como por ejemplo en condiciones anaeróbicas o inmediatamente a la aplicación de fertilizantes amoniacales, las plantas pueden absorber relativamente más NH_4^+ que NO_3^- . La absorción de N como NH_4^+ también puede ocurrir en la etapa temprana del crecimiento ya que ésta se produce cuando las temperaturas son aún bajas para que se produzca una rápida nitrificación. Al avanzar el estado de crecimiento la planta absorbe paulatinamente más NO_3^- (Pedromo & Barbazán, 2008).

5. Pérdidas de nitrógeno en el complejo planta – suelo

Las principales pérdidas de nitrógeno se dan por: (Iglesias, Van Konijnenburg, & Ruiz, 2002)

a. Escorrentía

Es el escurrimiento del agua por la superficie del suelo, la escorrentía arrastra partículas produciendo erosión así como también arrastra elementos nutritivos del suelo.

Los factores que influyen en la escorrentía son: la pendiente del terreno; las características del suelo (permeabilidad) y condiciones climáticas.

b. Infiltración

Es el paso de agua a través del suelo llegando a los acuíferos subterráneos. Debido a su carga negativa, el NO_3^- no es retenido por la fracción coloidal del suelo. Por lo tanto, el agua que se mueve a través del mismo puede llevar consigo el NO_3^- hacia los horizontes inferiores.

c. Volatilización

Es el paso de los componentes gaseosos a la atmósfera. El nitrógeno del suelo se pierde por volatilización del gas amoníaco (NH_3).

6. Síntomas de deficiencia de nitrógeno

Cuando existe una deficiencia de N las hojas son pequeñas, los tallos finos y rectos y las ramificaciones escasas; de ahí que la planta parezca rala. En las primeras etapas de crecimiento las hojas suelen ser pálidas y de color verde-amarillento. Esto se debe a la poca síntesis de clorofila. A medida que la planta envejece las hojas pueden tornarse amarillas, rojas o púrpuras debido a la presencia de antocianina.

En condiciones de deficiencia de N se produce una competencia interna dentro de la planta que determina la movilización del N desde los órganos de mayor edad cronológica (por ejemplo hojas viejas) hacia los órganos más jóvenes. Si la planta se

encuentra en la fase reproductiva, el N es trasladado preferentemente hacia los frutos. Esto determina que los síntomas de deficiencia de N aparezcan en las hojas más viejas. Por esto, generalmente las hojas basales se tornan amarillentas. Incluso se ha sugerido que esta característica de las plantas sea utilizada para cuantificar el nivel de deficiencia de N que ha sufrido el cultivo. Un exceso de nitrógeno ocasiona necrosis en el borde de las hojas y retraso de la maduración (Pedromo & Barbazán, 2008).

D. FUENTES ORGÁNICAS DE NITRÓGENO

1. Eco-Abonaza

La Eco-Abonaza es un abono 100% orgánico que se deriva de la pollinaza proveniente de las granjas de pollos de engorde de PRONACA, la cual es reposada, clasificada y procesada para potencializar sus cualidades. Para su aplicación se debe asegurar que el suelo este húmedo dando un riego posterior a la aplicación. Por su alto contenido de materia orgánica mejora la calidad de los suelos (Cabrera, 2010).

Es un abono semi compostado libre de patógenos Se recomienda su aplicación a la preparación del suelo antes de pasar la última rastra con la finalidad de que se incorpore al suelo, al inicio y final del invierno. Su dosificación dependerá del requerimiento nutricional de cada cultivo (INDIA, 2014).

CUADRO 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ECO-ABONAZA

MO	70%
pH	6,5 – 7
Nitrógeno total	2,8 - 3 %
Fósforo asimilable	2%
Potasio soluble	3%
Calcio	3%
Azufre	0,60%
Boro	56 ppm
Zinc	280 ppm
Cobre	68 ppm
Manganeso	470 ppm
Pollinaza	65%
Cascarilla de arroz	5%
Humedad	21%
C/N	10:01

Fuente: Cabrera, 2010

2. Ferthigue

Es un fertilizante orgánico vegetal que mejora la estructura de los suelos haciéndolos más aptos para los cultivos, mantiene la fertilidad del suelo puesto que aporta casi todos los elementos necesarios y abundante materia orgánica.

El abono de higuera se obtiene de los residuos que quedan luego del proceso de extracción de aceite de la semilla de dicha planta.

Aporta al suelo materias nutritivas que abastecen la energía suficiente para el crecimiento de los diferentes cultivos, el nitrógeno que aporta es orgánico, no se volatiliza y además es de acción lenta permaneciendo durante todo el ciclo del cultivo. Interviene en el intercambio de iones entre la raíz y el suelo, mejora la estructura de los suelos facilitando la labranza, ayuda a liberar los minerales del suelo para la nutrición de la planta, aumenta la retención del agua, alimenta y robustece las bacterias,

lombrices y demás seres benéficos para las plantas, baja la población de nemátodos en el suelo.

Activa biológicamente al suelo, al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes, durante su descomposición que sirven de fuente de carbono a los microorganismos. Incorpora sustancias intermediarias producidas en su descomposición que pueden ser absorbidos por las plantas, aumentando su crecimiento (PROMERINOR.CiaLtd., 2014).

CUADRO 2. COMPOSICIÓN BIO-QUÍMICA DE FERTHIGUE

COMPOSICIÓN BÁSICA			
COMPONENTE	S	U	VALOR
Nitrógeno	N	%	5,00
Fósforo	P	%	1,8
Potasio	K	%	1,3
Calcio	Ca	Ppm	7,5
Magnesio	Mg	%	0,83
Azufre	S	%	0,34
Hierro	Fe	%	1,00
Cobre	Cu	Ppm	0,84
Manganeso	Mn	Ppm	250
Molibdeno	Mo	Ppm	4,00
Zinc	Zn	ppm	120
Materia Orgánica	M.O	%	80,00
Cenizas		%	8,00
Fibra		%	17,00
Humedad		%	11,00
Carbono/Nitrógeno	C/N		10,00
Levaduras, Hypomycetes			EM

Fuente: Promeriyor Cia. Ltda, 2014

3. Humus de lombriz

El humus de lombriz es un abono obtenido del excremento de las lombrices alimentadas con desechos orgánicos (restos vegetales, desechos de cosechas, estiércol vacuno, cama de aves, etc.) sobre los que actúa y trabaja la lombriz roja californiana (Cali, 2011).

Algunas de sus ventajas es aportar nutrientes al suelo y las plantas, no contiene químicos en su composición por lo que es orgánico y natural; mejora la retención de agua (Silva, 2010).

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos por medio de la Lombriz Roja de California (*Eisenia foetida*). Tiene este producto unas propiedades específicas que lo convierten en un fertilizante extraordinario.

La primera y más importante, es su riqueza en flora microbiana (1gr. de Humus de lombriz contiene aproximadamente 2 billones de microorganismos vivos), que al ponerse en contacto con el suelo, aumenta la capacidad biológica de éste y como consecuencia su capacidad de producción vegetal.

Sirve para restablecer el equilibrio biológico del suelo, roto generalmente por contaminantes químicos.

En su composición están presentes los nutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Manganeso, Hierro y Sodio en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica.

Favorece la circulación del agua, el aire y las raíces. Las tierras ricas en Humus de lombriz son más esponjosas, más aireadas y menos sensibles a la sequía. Facilita la absorción de los elementos fertilizantes de manera inmediata, siendo su acción prolongada a lo largo de todo el proceso vegetativo.

Tiene capacidad de tamponamiento, por lo que en su presencia los terrenos ligeramente ácidos o básicos, tienden a neutralizarse.

Su pH neutro y su equilibrada relación Carbono/Nitrógeno, permite aplicarlo en contacto directo con la raíz o las semillas, de forma que evita el shock del trasplante y facilita la germinación.

Contiene sustancias fitorreguladoras que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, por lo que ayuda a controlar la aparición de plagas (Totcompost, 2005).

El conjunto de todas las propiedades descritas, hacen que con su aplicación mejore la estructura y equilibrio del suelo y aumente su capacidad de producción vegetal.

CUADRO 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ

Identificación	pH	%M.O	%		
			N	P	K
Humus Zootecnia	8,2 Alc.	6,8	1,82	0,12	0,045

Fuente: Laboratorio de Suelos ESPOCH

4. Fertilizantes minerales permitidos para agricultura orgánica

CUADRO 4. FERTILIZANTES MINERALES PERMITIDOS EN AGRICULTURA ORGÁNICA.

Fertilizante	Fórmula	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% S	% MgO	% B
Roca Fosfórica	CaP ₂ O ₅	26				
Sulfato de Potasio	SO ₄ K ₂		50	17,6		
Sulpomag	SO ₄ KMg		22	22	18	
Bórax	Na ₂ B ₄ O ₇ . 10H ₂ O					11

Fuente: Guamán, 2010

E. DEFINICIÓN DE ENSAYO

La palabra ensayo proviene del verbo ensayar que significa probar (Ochoa, 2007).

1. Importancia del ensayo

Su importancia radica en que por medio de este se pueden relacionar distintos temas con la intención de enfatizar y argumentar un fin concreto.

Un ensayo de investigación pierde objetividad cuando carece de fuentes de investigación documental. Estas le dan relevancia, ya que representan uno de los principales criterios de objetividad que se deberán mostrar en trabajos de investigación.

La elaboración de un ensayo de investigación no es un gran resumen o síntesis de lo que otros autores han dicho, sino una construcción personal que muestra los avances en el conocimiento que se está proponiendo a la comunidad (Ochoa, 2007).

F. DEFINICIÓN DE DOSIS Y NIVEL

1. Dosis

Se define como la medida de una cantidad en relación a una escala específica, que la presenta como sinónimo de categoría, escalafón o rango.

Cuanto mayor es la dosis, mayor es la probabilidad de un efecto. La dosis es una medida de la exposición (Greenfacts, 2014).

2. Nivel

Se define como la cantidad de una sustancia a la que se expone a un individuo durante un período de tiempo (Greenfacts, 2014).

G. DEFINICIÓN DE APORTACIÓN

Aportación es el hecho de dar o contribuir a la formación o desarrollo de algo (Greenfacts, 2014).

H. DEFINICIÓN DE RENDIMIENTO

El rendimiento se refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo se conoce como rendimiento (Greenfacts, 2014)

I. CULTIVO DE LECHUGA VARIEDAD DE HOJA CRESPA

1. Origen

El origen de la lechuga se encuentra en la cuenca del Mediterráneo en la costa meridional. Hay quienes afirman que es originaria de la India o de Asia Central. La lechuga aparece en las tumbas egipcias a manera de pinturas que datan del año 4500 A.C.

Fue introducida a China en los años 600 a 900 D.C. Posiblemente en el Nuevo Mundo fue introducida con los primeros exploradores y cultivada inicialmente en el área del Caribe. Se acepta que las lechugas conocidas actualmente se derivaron de *Lactuca serriola*, pero se cree que ocurrieron hibridaciones entre distintas especies y un proceso evolutivo que dio origen a la lechuga actual (Montesdeoca, 2008).

2. Características botánicas

a. Clasificación Botánica

La lechuga pertenece al Reino Vegetal; División Macrophylophita; Sub-división Magnoliophytina; Clase Paenopsida; Orden Asterales; Familia Asteráceae; Género *Lactuca*; Especie *Sativa*.

Nombre científico: *Lactuca sativa* L.

Nombre común: Lechuga (Ruiz, 2015).

b. Descripción de la planta

1) Raíz

La raíz de la lechuga es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 0,30 m. 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 (Montesdeoca, 2008).

2) Tallo

En el tallo de la lechuga se encuentra un jugo lechoso, que da el nombre del género *Lactuca* al cual pertenece la lechuga, que viene de la palabra latina lac, que se refiere a dicha resina (Cabezas, 2010).

Posee un tallo corto carnosos de 2 a 5 centímetros, en el cual se insertan las hojas (Tarigo, Repetto, & Acosta, 2004).

3) Hojas

Las hojas son numerosas y grandes en densa roseta (hojas caulinares alternas, más pequeñas). Además son ovales, oblongas, brillantes u opacas, dependiendo del tipo y variedad, capaces o no de formar cabeza, teniendo forma, número, dimensiones y colores variables según la variedad botánica y cultivar (Montesdeoca, 2008).

4) Flores

Las flores de la lechuga son amarillas. El tallo floral de la lechuga termina en numerosos capítulos con 7 a 15 flores liguladas de color amarillo. El conjunto de capítulos forma una inflorescencia en panícula corimbosa. Las flores de la lechuga se auto polinizan función que realizan antes que las flores se abran. En la lechuga también es posible la polinización cruzada (Montesdeoca, 2008).

5) Semillas

Las semillas de lechuga son largas (4-5 mm), su color generalmente es blanco crema, aunque también las hay pardas y castañas, con una fisura longitudinal blanca, negra o rojiza. Se estima que en 1 gramo de semillas de lechuga existen entre 1000 a 1200 semillas. Para inducir su germinación se puede utilizar temperaturas ligeramente elevadas de 20 a 30°C (Carranza, Lancho, & Miranda, 2009)

3. Variedades botánicas

Dentro de las variedades tenemos: (Galván & Rodríguez, 2006)

a. Variedad capitata, lechuga de cabeza, con dos tipos.

De hojas crespas (*crisphead*) con cabezas grandes y pesadas (hasta 1 kg), compactas, resistentes al transporte. Hojas consistentes con nervaduras prominentes.

De hojas mantecosas (*butterhead*) con cabezas medias (400-600 g), poco compactas, hojas suculentas y mantecosas, nervaduras poco prominentes.

b. Variedad longifolia (romana y latina)

De cabezas poco compactas, hojas alargadas, nervaduras prominentes, teniendo la particularidad de ser resistente al virus LMV (mosaico de la lechuga).

c. Variedad crispa, (de hoja o de corte)

No forman cabeza, son de hojas sueltas crespas o lisas.

d. Variedad asparagina, (lechuga espárrago)

De escasa difusión en América y Europa, más difundida en Asia. Estos cultivares presentan tallos tiernos que constituyen el órgano más apetecido para su consumo.

4. Condiciones agroecológicas del cultivo

a. Clima

Es una hortaliza típica de climas frescos. Los rangos de temperatura donde la planta crece en forma óptima, están entre los 15 °C y 18 °C. Las temperaturas altas aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad de la lechuga se deteriora rápidamente, debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular (Cabezas, 2010).

b. Luminosidad

El cultivo de lechuga exige mucha luz, pues se ha comprobado que la escasez de ésta provoca que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas se suelten. Se recomienda considerar este factor para la densidad de población adecuada y para evitar el sombreado entre plantas (Cabezas, 2010).

c. Altitud

Las lechugas se desarrollan bien entre los 1800 a 2800 m.s.n.m, aunque se pueden cultivar desde el nivel del mar. No es recomendable cultivar en zonas con problemas de heladas (Montesdeoca, 2008).

d. Suelos

Los suelos de texturas franco arcillosas y franco arenosas son los mejores, es poco tolerante a la acidez, mínimo pH 6, adaptándose en cambio a suelos alcalinos. Si el pH es menor a 6, hay que aplicar cal aunque sin elevar la reacción muy lejos de 7, porque entonces el calcio (Ca) toma el magnesio (Mg) o el hierro (Fe) haciéndolos inasimilables, originando una clorosis (Cali, 2011).

Resiste valores medios de salinidad, normalmente se admite que la producción de lechugas no se ve afectada con valores de conductividad eléctrica del extracto de saturación inferiores a 1,3 mmhos/cm (Tarigo et.al., 2004).

El cultivo de la lechuga es muy sensible a los encharcamientos, y los excesos de humedad en el suelo pueden provocar la pudrición basal por lo que prefiere suelos bien drenados.

El suelo rico en materia orgánica beneficia al cultivo de la lechuga, porque retiene la humedad, favoreciendo de esta manera la alta demanda de agua por parte del cultivo (Rodríguez & Santana, 2011).

e. **Requerimientos nutricionales**

CUADRO 5. REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE LECHUGA EN Kg/ha

Elemento	Requerimiento kg/ha	
	Aire libre	Invernadero
N	120	80
P₂O₅	55	60
K₂O	250	200
CaO	60	55
MgO	13	15

Fuente: Pantxika, 2005

5. **Manejo del cultivo**

a. **Preparación del terreno**

La primera labor de arada se debe realizar con una anticipación de 30-40 días del trasplante, a una profundidad de 0,30 m 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 adultos, huevos y larvas de insectos plaga. Cuando se realice esta labor debe evitarse voltear o invertir los horizontes del suelo para no alterar su actividad biológica. Las malezas que brotan anticipadamente podrán eliminarse con la cruz de arado (Montesdeoca, 2008).

Por lo menos se deben realizar dos pasadas con la rastra, en la primera pasada se deberán incorporar los correctivos requeridos por el suelo a la vez que se incorporan las

malezas que deben haber brotado, mientras que en la segunda se completa la labor de desmenuzamiento del suelo y se nivela el campo.

La nivelación del campo es importante en este cultivo ya que permite que el agua de riego se distribuya de manera adecuada según sea el sistema de riego que se vaya a utilizar (Cabezas, 2010).

b. Trasplante

El trasplante se realiza cuando las plántulas tienen de 3 a 5 hojas, y aproximadamente de 10 a 12 centímetros de altura. Se recomienda seleccionar plántulas uniformes, vigorosas y sanas a fin de garantizar la homogeneidad de la plantación.

Previo al trasplante debe llevarse al suelo a capacidad de campo con el propósito de crear las condiciones adecuadas de humedad para que las plántulas no sufran un “shock fisiológico” prolongado y echen raíces fácilmente. El trasplante debe hacerse fuera de las horas de calor (primeras horas de la mañana o últimas de la tarde, prefiriendo los días nublados (Montesdeoca, 2008).

c. Distancia de siembra

La distancia se recomienda que sea de unos 0,30 m entre surcos y entre 0,25 – 0,30 m entre plantas (Montesdeoca, 2008).

d. Fertilización

La fertilización de las lechugas debe hacerse en base a las recomendaciones resultantes de los análisis de suelos. Los abonos orgánicos sólidos que se haya decidido aplicar deben ser incorporados con anticipación, para que tengan tiempo suficiente para asimilarse y de esta manera sus nutrientes puedan ser aprovechados por las plantas (Aruani, 2012).

e. Riegos

El número de riegos dependerá de las condiciones meteorológicas y la capacidad del terreno para retener la humedad, pero pueden cifrarse aproximadamente de 8 a 12 según la época en la que se cultive.

Aunque el cultivo no debe padecer sequía, tampoco han de efectuarse los riegos tan copiosos que originen excesos de humedad, especialmente cuando las plantas están en estado de aprovechamiento o próximas a ello, pues se origina podredumbre, sobre todo con temperaturas elevadas. Los riegos deben ser preferentemente ligeros y frecuentes.

Cerca de la cosecha es muy susceptible al exceso de humedad. De acuerdo con los estudios relacionados con el riego de la lechuga, se determinó que el cultivo de lechuga orgánica en la sierra norte y central del Ecuador, requiere de la aplicación de una lámina de riego de entre 300 a 350 mm/ciclo de producción (Montesdeoca, 2008).

f. Deshierbas

Cuando se prepara bien los suelos, las deshierbas son mínimas y esporádicas, sin embargo de ello, el cultivo de hortalizas en general requiere de labores de deshierba en sus primeros estados a nivel de campo a fin 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 a estas. Se debe evitar afectar el sistema radicular de los cultivos, pues podría constituirse en la puerta de entrada de patógenos por un lado y por otro es la causa de la disminución de la nutrición (Montesdeoca, 2008).

g. Aporque

Con la primera deshierba se realizará una labor de aporque para fijar bien la planta al suelo y evitar encharcamientos en suelos poco permeables en caso de prolongada pluviosidad. El aporcado se hace acumulando un poco de tierra al pie de las plantas (Montesdeoca, 2008).

h. Control de plagas

Dentro de las principales plagas que atacan al cultivo tenemos las larvas de lepidópteros (*Laphygma exigua* Hb, *Spodoptera littoralis boisduval*, *Prusia gamma*) los cuales producen podredumbre y se los puede controlar muy bien con *Bacillus thuringiensis*.

Los gusanos de alambre (*Agriote ssp*) los cuales atacan mordiendo y cortando el tallo para lo cual resulta efectivo airear el suelo; gusanos grises (*Agrotis ypsilon*) atacan plantas jóvenes a nivel de cuello provocando la marchitez y muerte de la planta para su control puede realizarse riegos por aspersión o a manta y aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*. La mosca blanca (*Bemiscia tabaci*) el daño lo provocan las larvas al picar las hojas y chupar la savia ocasionando el amarillamiento y caída de las hojas además son transmisores de virus y bacterias se los puede controlar con su enemigo natural *Encarsia Formosa* y jabón de potasa al 1%; pulgones (*Penphigus betaz*) cuyo daño principal es la transmisión de virus se puede controlar aceite de neem o jabón de potasio al 2% (Pantxika, 2005).

i. Control de enfermedades

Entre las principales enfermedades encontramos oidio (*Erysiphe cichoracearum*) aparece en el limbo de las hojas un micelio blanquecino polvoriento, posteriormente las hojas se decoloran y terminan por marchitarse un remedio eficaz es el espolvoreo con azufre; mildiu (*Bremia lactucae*) desarrollan manchas amarillentas entre las nervaciones que terminan desecándose, se previene con sales de cobre; esclerotinia (*Sclerotinia sclerotium*) produce podredumbres blandas en la base de la planta es recomendable la solarización y el control con *Trichoderma*.

Marchitamiento por *Pythium ultimum trow* el cual produce el estrangulamiento de la base del tallo por encharcamiento se manifiesta en la amarillez y muerte de las hojas exteriores por lo que se debe evitar los encharcamientos; marchitamiento por *Rhizoctonia solani Kuhn* provoca lesiones rojizas en la base de las hojas y se extienden hasta provocar la podredumbre del cuello por lo que se debe evitar el encharcamiento o usar acolchado plástico; moho gris (*Botrytis cinérea Pers*) causa podredumbre blanda acuosa que va desde las hojas que están en contacto al suelo hasta el tallo de la planta un control eficaz son las pulverizaciones con caldo bordelés (Pantxika, 2005).

j. Cosecha y rendimiento

Los días que transcurren desde la siembra hasta la cosecha dependen de la variedad y de la época del año. Harrys (2005), señala que la lechuga cresa esta lista para la cosecha a los 72 días.

Según sea el estado de la lechuga en el momento de la cosecha se puede obtener de 1-3 kg/m² de lechuga.

Mientras la cosecha sea más temprana las plantas tendrán menor tamaño (13-15 cm) como lo exige el parámetro de calidad del mercado internacional para el caso de las “minilechugas”. Para el mercado local la lechuga se puede cortar hasta 25 centímetros de altura para variedades de “hojas sueltas” y hasta de 20 centímetros para las variedades “arrepolladas”.

La cosecha se la debe realizar a primeras horas del día hasta el mediodía para evitar la turgencia de la planta para que las hojas no se rompan, las variedades de hoja suelta son las más susceptibles al calor. Para la cosecha se utilizan cuchillos bien afilados y se realiza un corte en bisel a un centímetro de las primeras hojas, luego se separa las hojas exteriores, las amarillentas, secas, etc. y se las coloca en tinas o gavetas y se las traslada a la sala de procesamiento empaque (Montesdeoca, 2008).

k. Embalaje y transporte

Se realiza la selección y limpieza del producto eliminando hojas bajas y las que presentan algún tipo de daño, se corta el tallo a la altura de la hoja más externa, posteriormente se lava las lechugas con agua helada y se las sumerge en una solución de Lonife al 3% o cloro al 1 % luego se las poner a escurrir por 15 minutos posterior a lo cual están listas para ser empacadas en fundas plásticas perforadas de un kilo, las cuales luego serán colocadas en cajas de cartón con capacidad de 10 a 15 kilos. Para el mercado local se empacan en fundas de 200 a 250 gr.

A la lechuga le resulta muy favorable un pre-enfriado por vacío las condiciones de conservación más adecuadas son de 0 – 10 °C y 90 – 95 % de humedad relativa. El transporte debe realizarse preferentemente en horas de la tarde y noche y de ser posible en carros climatizados (Montesdeoca, 2008).

1. Comercialización

El mercado de la lechuga ecuatoriana, de acuerdo a la información del Banco Central, se ha localizado básicamente en los Estados Unidos. El mayor volumen se alcanzó en el año 1996, cuando las exportaciones superaron las 752 toneladas. La mayor parte de la producción se destina al mercado local (Montesdeoca, 2008).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las áreas de producción a campo abierto del Departamento de Horticultura, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

2. Ubicación Geográfica¹

Latitud: 9815487 UTM

Longitud: 749710 UTM

Altitud: 2838 m.s.n.m

3. Características climáticas

CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA ESPOCH

Características climáticas	ESPOCH
Temperatura promedio anual (°C)	13,5°C
Precipitación promedio anual (mm)	350

Fuente: Estación meteorológica ESPOCH

4. Clasificación ecológica

Según Holdrige (1992), dentro de la clasificación de zonas ecológicas, la zona ESPOCH se categoriza como bosque seco Montano Bajo (bs-Mb) y estepa espinosa Montano bajo (ee- MB).

¹GUAMÁN, 2010 (Transformado a coordenadas UTM)

5. Características del suelo

a. Características físicas del suelo:

Las características físicas que presenta son: (Guamán, 2010)

- 1) Textura: Arena – franca.
- 2) Estructura: Suelta.
- 3) Pendiente: < 2%
- 4) Material originario: Depósitos volcánicos cuaternarios.
- 5) Evidencias de erosión: No visibles

b. Características químicas del suelo:

Las características químicas que presenta son: (Laboratorio Suelos ESPOCH, 2014) (ANEXO 12).

- 1) Contenido de materia orgánica: 1.0%
- 2) Contenido de NH₄: 5.5 mg/l
- 3) Contenido de P: 46.3 mg/l
- 4) Contenido de K: 0.13 Meq/100g
- 5) pH: 9.1

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. De campo.

Los materiales de campo utilizados fueron: plántulas de lechuga crespa, barreno, fundas plásticas, tarrinas, rastrillo, azadones, hoyadora, martillo, piola, balanza, palillos de pincho, cinta adhesiva, estacas, flexómetro, letreos, GPS, tractor, bomba de mochila, fertilizantes orgánicos (Sólidos - Líquidos), pesticidas (Fungicidas – Insecticidas).

2. De oficina.

Los materiales de oficina utilizados fueron: resmas de papel bond, libreta de apuntes, lápiz, marcadores, regla, esferográficos, borrador, computadora, impresora, cámara fotográfica.

C. **METODOLOGÍA.**

1. Diseño experimental.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), 3x3 con tres repeticiones en arreglo de parcelas divididas. Para separar medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%. Se determinó el coeficiente de variación. El análisis económico de los tratamientos se determinó por el método de Perrín et al. Se realizó el análisis de beneficio – costo.

2. Especificación del campo experimental.

a. **Unidad Experimental**

Número de tratamientos: 9

Número de repeticiones: 3

Número de unidades experimentales: 27

b. **Parcela**

1. Forma de la parcela: rectangular

2. Distancia de siembra:

a) Entre hileras: 0,5 m

b) Entre plantas: 0,3 m

3. Área neta del ensayo: 162 m²

4. Área neta de la parcela: 2,40 m²

5. Número de plantas por hilera: 10
6. Número de plantas por parcela: 40
7. Número de plantas del ensayo: 1080
8. Número de plantas a ser evaluadas: 10
9. Distancia entre repeticiones: 1 m
10. Distancia entre bloques: 1,5 m
11. Área total del ensayo: 490 m²

3. Tratamientos

a. **Factor A: Fuentes orgánicas de nitrógeno**

A1: Humus de Lombriz

A2: Eco-Abonaza

A3: Ferthigue

b. **Factor B: Niveles de aportación**

B1: Bajo.- 50 % del requerimiento nutricional de N del cultivo

B2: Medio.- 100 % del requerimiento nutricional de N del cultivo

B3: Alto.- 150 % del requerimiento nutricional de N del cultivo

CUADRO 7. CANTIDAD DE NUTRIENTES UTILIZADOS EN kg/ha

FACTOR B – NIVEL	NUTRIENTES kg/ha
BAJO	60 N/ 55 P ₂ O ₅ / 250 K ₂ O
MEDIO	120 N/ 55 P ₂ O ₅ / 250 K ₂ O
ALTO	180 N/ 55 P ₂ O ₅ / 250 K ₂ O

Elaboración: Mata, J. 2015

CUADRO 8. NIVELES DE APLICACIÓN (gr/ planta)

FACTOR B – NIVEL	Humus de lombriz	Eco-Abonaza	Ferthigue
BAJO	49,45	31,03	18,00
MEDIO	98,90	62,07	36,00
ALTO	148,35	93,10	54,00

Elaboración: Mata, J. 2015

CUADRO 9. APLICACIÓN COMPLEMENTARIA DE POTASIO (gr/ planta)

SULPOMAG	Humus de lombriz	Eco-Abonaza	Ferthigue
BAJO	16,91	12,82	15,77
MEDIO	16,82	8,59	14,55
ALTO	16,68	3,36	13,23

Elaboración: Mata, J. 2015

CUADRO 10. APLICACIÓN COMPLEMENTARIA DE FÓSFORO (gr/ planta)

ROCA FOSFÓRICA	Humus de lombriz	Eco-Abonaza	Ferthigue
BAJO	2,65	0,81	0,31
MEDIO	2,12	-	-
ALTO	1,58	-	-

Elaboración: Mata, J. 2015

c. Análisis Combinatorio

CUADRO 11. FACTOR A POR FACTOR B

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	Humus L./Bajo
T2	A1B2	Humus L./Medio
T3	A1B3	Humus L./Alto
T4	A2B1	Eco-Abonaza/Bajo
T5	A2B2	Eco-Abonaza/Medio
T6	A2B3	Eco-Abonaza/Alto
T7	A3B1	Ferthigue/Bajo
T8	A3B2	Ferthigue/Medio
T9	A3B3	Ferthigue/Alto

Elaboración: Mata, J. 2015

4. Unidades de observación.

a. Unidad de observación.

La unidad de observación estuvo constituida por la parcela neta con 10 plantas por repetición escogidas al azar para su evaluación, considerando el efecto borde.

b. Material de experimentación.

- Plántulas de lechuga crespa.
- Abonos orgánicos : Humus de lombriz
Eco-Abonaza
Ferthigue

c. Análisis estadístico.

1) Análisis de varianza.

Para el ensayo se estableció el siguiente análisis de varianza:

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA.

Fuentes de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
Repeticiones	$r-1$	2
Fuentes	$a-1$	2
Error a	$(r-1)*(a-1)$	4
Nivel	$b-1$	2
Fuentes X Nivel	$(a-1)*(b-1)$	4
Error b	$a(b - 1)*(r - 1)$	12
Total	$(a*b*r) - 1$	26

Elaboración: Mata, J. 2015

2) Análisis funcional

- a) Para separar medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%
- b) Se determinó el coeficiente de variación.

3) Análisis económico

- a) El análisis económico de los tratamientos se realizó por el método de Perrin et. al.
- b) Análisis de Beneficio – Costo.

D. VARIABLES EN ESTUDIO Y DATOS REGISTRADOS

Para la evaluación de las variables se tomó los datos de 10 plantas por repetición escogidas al azar.

1. Variables agronómicas

a. Prendimiento

Se determinó el número de plantas prendidas a los 8 días después del trasplante con relación al número de plántulas trasplantadas en la parcela y este valor se expresó en porcentaje.

b. Altura de planta

Se midió la altura de las plantas con una regla, desde la base del tallo hasta la parte más alta de la misma, a los 20, 40 y 60 días después del trasplante; este valor se expresó en centímetros.

c. Número de hojas

Se contó el número de hojas presentes en la planta a los 20, 40 y 60 días después del trasplante; este valor se expresó en número.

d. Días a la cosecha.

Se contabilizó el número de días transcurridos desde el trasplante hasta la cosecha en cada tratamiento, este valor se expresó en número.

e. Peso del follaje

Se pesó el follaje en fresco al momento de la cosecha utilizando una balanza previamente calibrada, este dato se expresó en gr.

Se clasificó en categorías para su comercialización según el siguiente cuadro: (Aldabe, 2000)

CUADRO 13. CATEGORIZACIÓN COMERCIAL DE LA LECHUGA

Especial	Primera	Segunda
Más de 600 gr	600 a 350 gr	350 a 100 gr

Fuente: Aldabe, 2000

f. Rendimiento por parcela neta y por hectárea

Se realizó la sumatoria de los pesos de la parte comercial de la planta obtenidos en la parcela neta y se proyectó el rendimiento a kg/ha.

g. Análisis económico de los tratamientos

Se determinó el cálculo económico mediante el método de Perrin et. al.

E. MÉTODOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

1. Labores preculturales

a. Muestreo

Se recolectó muestras de suelo cada cuatro metros en zig-zag, utilizando un barreno a una profundidad radicular efectiva de 0,25 m.

b. Preparación del terreno

Se efectuó una labor de arada y dos labores de rastra para incorporar los restos de cosecha, la nivelación se realizó de forma manual.

c. Trazado del lote

Se realizó de acuerdo a las especificaciones del campo experimental (ANEXO 1).

d. Surcado

Se realizó manualmente manteniendo una distancia de 0,30 m entre hileras.

2. Labores culturales**a. Fertilización edáfica**

La fertilización se realizó de acuerdo a los Cuadros 11, 12 y 13 utilizando las fuentes orgánicas en estudio Humus de lombriz, Eco-Abonaza y Ferthigue, su aplicación se realizó 5 días antes del trasplante. Los requerimientos nutricionales de K_2O se compensaron utilizando Sulpomag. Para compensar P_2O_5 se utilizó Roca Fosfórica.

La fertilización fue localizada para esto se dotó de riego al suelo un día antes del hoyado el mismo que se realizó con una hoyadora a una distancia de 0,30 m y a una profundidad de 0,15 m.

Los fertilizantes orgánicos más los complementos de fosforo y potasio necesarios en las dosis requeridas para cada tratamiento fueron mezclados en una tarrina, esta mezcla se colocó al interior del hoyo, se incorporó los fertilizantes al suelo y se tapó los hoyos para dejar la mezcla de fertilizantes en descomposición hasta el momento del trasplante.

b. Trasplante

Se utilizó plántulas con dos a tres hojas verdaderas en pilón provenientes de la provincia de Tungurahua. El trasplante se realizó de forma manual a una distancia de 0,30 m entre hileras y 0,30 m entre plantas. Destacando que el trasplante se efectuó a la misma

distancia que se realizaron los hoyos, para que las plántulas queden en el mismo sitio donde se encontraba el material fertilizante objeto del estudio, esta labor se realizó 5 días después de la fertilización.

c. Riego

Se dotó de agua de riego por gravedad a cada parcela en estudio. Se inició con un riego un día antes del trasplante y otro después del mismo, los siguientes riegos se realizaron 3 veces por semana en el primer mes de cultivo y los meses siguientes con una frecuencia de 2 veces por semana.

d. Controles fitosanitarios

Después de realizado el riego del trasplante y observando que el suelo absorbió ya la humedad lo que permitía caminar fácilmente por los tratamientos se aplicó vía foliar Lambda cihalotrina en una dosis de 1cc/lit y Propamocarb en una dosis de 2cc/lit para prevenir el ataque de plagas y enfermedades que puedan afectar el prendimiento del cultivo.

Al día siguiente se realizó una aplicación foliar con Tecno Verde Radicular en una dosis de 2cc/lit, Auxym-Ca en una dosis de 1,5cc/lit y Ankor-Flex Inicio en una dosis de 2gr/lit para ayudar a las plantas a salir del estrés posterior al trasplante y favorecer su rápido desarrollo radicular.

e. Control de malezas

Las labores de deshierba se realizaron manualmente a los 21 y 45 días después del trasplante con la finalidad de que el terreno se encuentre limpio de malezas y no interfiera en el adecuado desarrollo de la investigación.

f. Fertilización foliar

Para la fertilización foliar se realizó dos aplicaciones de Bioplus en una dosis de 3cc/lit los días posteriores a cada una de las deshierbas. Esto para promover el crecimiento celular y porque además el Bioplus tiene acción insecticida.

g. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual cuando las plantas alcanzaron uniformidad y madurez comercial.

h. Pesado

Para pesar las plantas se utilizó una balanza previamente calibrada, registrando los datos en gr.

i. Comercialización

Para la comercialización se trasladaron las lechugas clasificadas en tinas y gavetas hasta el Mercado de Productores de la Ciudad de Riobamba. La comercialización de esta hortaliza fue por unidades.

j. Incorporación de abono verde

Como una práctica de conservación para mejorar la fertilidad del suelo luego de cosechadas las plantas se incorporó los residuos al terreno con una pasada de rastra.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

Según el análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 8 días después del trasplante (CUADRO 14), presentó diferencias significativas para las diferentes fuentes (Factor A), diferencias altamente significativas para los niveles (Factor B) y no presentó diferencias significativas para la interacción (AxB).

El coeficiente de variación para “a” fue 8,07% y para “b” 7,59 % (ANEXO 2).

CUADRO 14 CUADRADO MEDIO PARA EL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 8ddt

% PRENDIMIENTO			
FV	Gl	C M	Significancia
REPETICIONES	2	39,06	
FUENTES	2	759,55	*
Error a	4	49,91	
NIVEL	2	707,47	**
FUENTES*NIVEL	4	60,76	ns
Error b	12	44,13	
Total	26		
CV a %		8,07	
CV b %		7,59	

Elaboración: Mata, J. 2015

ns : no significativo

***** : significativo

****** : altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento según las fuentes (Factor A) (CUADRO 15), presentó 2 rangos estadísticos, el Humus de lombriz (A1) y Eco-Abonaza (A2) alcanzaron el mayor porcentaje de prendimiento con una media de

94,44% y 90,97% respectivamente y se ubicaron en el rango “A”, la fuente Ferthigue (A3) se situó en el rango “B” con una media de 77,08 % con el menor prendimiento.

CUADRO 15 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO SEGÚN LAS FUENTES ORGÁNICAS

FUENTES	MEDIAS (%)	RANGOS
HUMUS DE LOMBRIZ	94,44	A
ECO-ABONAZA	90,97	A
FERTHIGUE	77,08	B

Elaboración: Mata, J. 2015

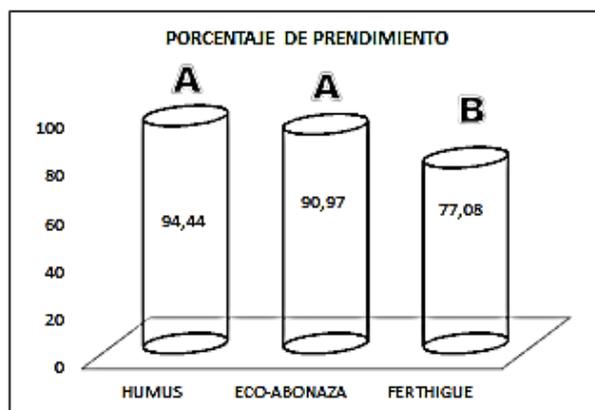


GRÁFICO 1 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO SEGÚN LAS FUENTES ORGÁNICAS

Elaboración: Mata, J. 2015

Dentro del análisis de la variable prendimiento los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Humus esto se debió a que el Humus de lombriz es el resultado de la fragmentación y mineralización del material orgánico por parte de *Eisenia foetida*, el cual al pasar por su tracto intestinal da como resultado un material humificado estable y enriquecido con microorganismos, lo cual facilita la absorción de nutrientes por parte de las plantas, potencia la liberación de sustancias nutritivas del sustrato, elimina residuos tóxicos, reduce considerablemente el estrés del trasplante y favorece la formación de raíces.

El menor porcentaje de prendimiento en cambio se observó con la aplicación de Ferthigue, este resultado se manifestó ya que esta fuente orgánica se obtiene mediante la industrialización de residuos vegetales provenientes de la higuera (*Ricinus communis*) y no sufre procesos previos de mineralización.

Esto concuerda con lo explicado por Cali (2011), quién indica que el Humus de lombriz evita casi por completo el estrés del trasplante, posee ácidos húmicos que cambian la permeabilidad de las células del aparato radical e incrementan el metabolismo de las plantas; también permite una absorción gradual de micronutrientes y actúa como defensa en la formación de iones metálicos tóxicos. Además LOMBRICULTURA PACHAMAMA S.A (2004), indica que el material orgánico degradado al pasar por la fracción intestinal de la lombriz es colonizado por una alta carga microbiana simbiótica, señala además que *Eisenia* puede ser considerada como una cámara humificante de ambiente controlado ya que permite a los microorganismos que viven en su interior trabajar en condiciones óptimas aumentando su productividad la cual es medida en términos de humificación del material dejetado.

Complementando lo anterior Totcompost (2005), señala que el Humus de lombriz durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.

AGROBEST S.A (2014), por su parte manifiesta que Ferthigue es un fertilizante sólido, 100% natural, que se obtiene mediante un proceso industrial a partir de una serie de residuos vegetales y minerales.

Higuerall (2014), complementa indicando que la mineralización del abono de higuera comienza a los 15 días después de enterrada y continúa regularmente por varios meses.

En la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento según los niveles (Factor B) (CUADRO 16), presentó 2 rangos estadísticos, el nivel bajo 60 kg N/ha (B1) y el nivel medio 120 kg N/ha (B2) alcanzaron el mayor porcentaje de prendimiento con una media de 95,14 % y 89,58 % respectivamente ubicándose en el rango "A", el nivel alto 180 kg N/ha (B3) se situó en el rango "B" con una media de 77,78 % con el menor porcentaje de prendimiento.

CUADRO 16 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO SEGÚN LOS NIVELES

NIVEL (kg N/ha)	MEDIAS (%)	RANGO
60	95,14	A
120	89,58	A
180	77,78	B

Elaboración: Mata, J. 2015

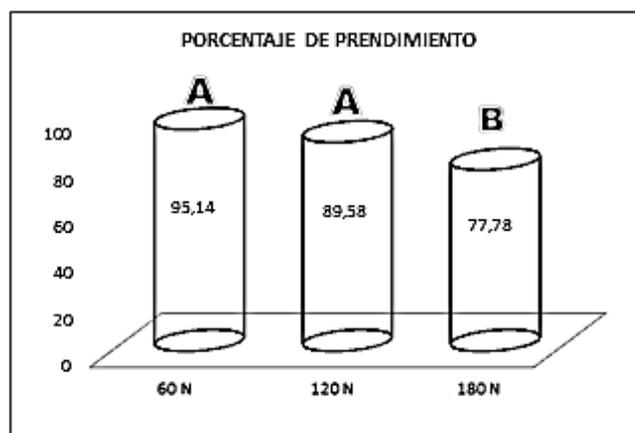


GRÁFICO 2. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO SEGÚN LOS NIVELES

Elaboración: Mata, J. 2015

El mayor porcentaje de prendimiento se obtuvo con la aplicación de 60 kg N/ha mientras que el menor porcentaje se evidenció con la aplicación de 180 kg N /ha, estos resultados se debieron a que si bien es cierto que en la fertilización debemos cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo no es aconsejable cubrir la totalidad de la demanda nutricional en una sola aplicación, para un adecuado desarrollo del cultivo es necesario que los nutrientes estén disponibles en las cantidades adecuadas según la fase de desarrollo del mismo para evitar así que los procesos fisiológicos de cada etapa se vean afectados por el exceso o el déficit de nutrientes.

Tarigo et.al. (2004), concuerdan con esto e indican que las necesidades de nitrógeno aproximadas durante todo el ciclo son de 120 kg N /ha pero estas cantidades se deben suministrar durante todo el ciclo del cultivo y nunca en una sola oportunidad en dosis superiores a los 60 kg/ha de N para evitar efectos adversos en las plantas.

Además Pedromo & Barbazán (2008), manifiesta que en los procesos de mineralización los microorganismos utilizan proteínas y aminoácidos para formar las proteínas que necesitan y liberan el exceso de nitrógeno como amoníaco NH_3 lo que causa toxicidad en las plantas, a lo que Telegrow (2009), complementa manifestando que el exceso de fertilización nitrogenada en una planta provoca que se detenga su desarrollo llegando a matarla por fitotoxicidad en casos graves.

B. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 20, 40 Y 60 DÍAS

Según el análisis de varianza para la altura de planta a los 20 días después del trasplante (CUADRO 17), no presentó diferencias significativas para las diferentes fuentes orgánicas (Factor A), para la interacción (AxB) pero si presentó diferencias significativas para los niveles (Factor B).

El coeficiente de variación para “a” fue 7,89% y para “b” 11,04 % (ANEXO 3).

CUADRO 17 CUADRADO MEDIO PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS 20ddt

FV	Gl	Cuadrado Medio	
		20 días	Significancia
REPETICIONES	2	3,47	
FUENTES	2	0,56	ns
Error a	4	0,32	
NIVEL	2	3,30	*
FUENTES*NIVEL	4	0,89	ns
Error b	12	0,70	
Total	26		
CV a %		7,89	
CV b %		11,04	

Elaboración: Mata, J. 2015

ns : no significativo

***** : significativo

****** : altamente significativo

Según el análisis de varianza para la altura de planta a los 40 y 60 días después del trasplante, no presentó diferencias significativas para las diferentes fuentes orgánicas (Factor A), los niveles (Factor B) y la interacción (AxB).

A los 40 días el coeficiente de variación para “a” fue 10,25% y para “b” 10,55 % (ANEXO 4).

A los 60 días el coeficiente de variación para “a” fue 14,96% y para “b” 8,03 % (ANEXO 5).

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los 20 días después del trasplante según los niveles (Factor B) (CUADRO 18), presentó 3 rangos estadísticos, el nivel bajo 60 kg N/ha (B1) alcanzó la mayor altura de planta con una media de 8,24 cm/planta y se ubicó en el rango “A”, el nivel medio 120 kg N/ha (B2) se situó en el rango “AB” con una media de 7,49 cm/planta y el nivel alto 180 kg N/ha (B3) se localizó en el rango “B” con una media de 7,04 cm/planta con la menor altura.

CUADRO 18 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS 20 DÍAS SEGÚN LOS NIVELES

NIVEL (kg N/ha)	MEDIAS (cm)	RANGO
60	8,24	A
120	7,49	AB
180	7,04	B

Elaboración: Mata, J. 2015

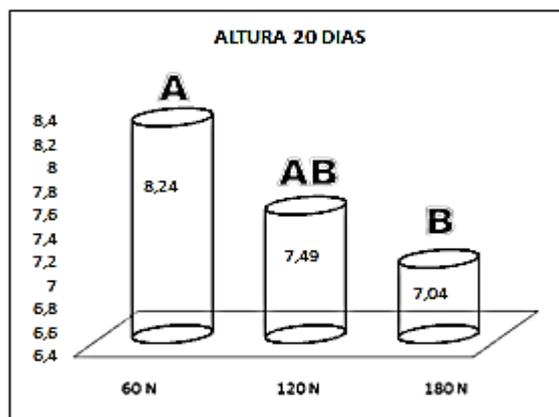


GRÁFICO 3 ALTURA DE PLANTA A LOS 20 DÍAS SEGÚN LOS NIVELES

Elaboración: Mata, J. 2015

En el presente ensayo la diferencia de altura entre tratamientos se observó únicamente en la evaluación efectuada a los 20 días posteriores al trasplante, en relación a los niveles de fertilización, en donde las plantas que alcanzaron una mayor altura fueron aquellas a las que se aplicó 60 kg N/ha midiendo 8,24 cm, la menor altura se evidenció con una aplicación de 180 kg N/ha con 7,04 cm estas diferencias se manifestaron debido a que las plantas al salir de un ambiente de condiciones controladas a enfrentarse a las condiciones de campo abierto, necesitaron aclimatarse a la zona para poder continuar con su desarrollo vegetativo y luego de esto las plantas equipararon su crecimiento entre ellas, se observó además una relación entre el porcentaje de prendimiento y la altura a los 20 días ya que las plantas que alcanzaron una mayor altura fueron aquella de los tratamientos con un nivel de aplicación de 60 kg N/ha que a su vez fueron los tratamientos que expresaron un mayor porcentaje de prendimiento por lo que podemos decir que la altura de las plantas en los primeros días de cultivo está en relación a la capacidad de estas para salir del shock post trasplante.

Esto es corroborado por Cabezas (2010), quién indica en su estudio realizado en lechuga que en los primeros días después del trasplante existió una diferencia en altura entre los tratamientos, pero al transcurrir el tiempo estas diferencias fueron disminuyendo a medida que el cultivo se aclimataba a las condiciones ambientales del lugar, por su parte Ruiz (2015), señala en su estudio realizado en lechuga que las plantas alcanzaron una altura de 8,24 cm a los 15 días del trasplante, lo que concuerda con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

C. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 20, 40 Y 60 DÍAS

Según el análisis de varianza para el número de hojas a los 20 y 40 días después del trasplante, no presentó diferencias significativas para las diferentes fuentes orgánicas (Factor A), los niveles (Factor B) y la interacción (AxB).

A los 20 días el coeficiente de variación para “a” fue 7,54% y para “b” 7,10 % (ANEXO 6).

A los 40 días el coeficiente de variación para “a” fue 8,09% y para “b” 11,75 % (ANEXO 7).

Según el análisis de varianza para el número de hojas a los 60 días después del trasplante (CUADRO 19), presentó diferencias altamente significativas para las diferentes fuentes (Factor A), para los niveles (Factor B) y para la interacción (AxB).

El coeficiente de variación para “a” fue 1,60% y para “b” 2,80 % (ANEXO 8).

CUADRO 19 CUADRADO MEDIO PARA EL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 60ddt

FV	GI	Cuadrado Medio	
		60 días	Significancia
REPETICIONES	2	0,87	
FUENTES	2	17,12	**
Error a	4	0,13	
NIVEL	2	7,41	**
FUENTES*NIVEL	4	2,29	**
Error b	12	0,40	
Total	26		
CV a %		1,60	
CV b %		2,80	

Elaboración: Mata, J. 2015

ns no significativo

***** : significativo

****** : altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días después del trasplante según las fuentes (Factor A) (CUADRO 20), presentó 3 rangos estadísticos, la aplicación de Ferthigue (A3) alcanzó el mayor número de hojas con una media de 24,18 hojas/planta y se ubicó en el rango “A”, la aplicación de Eco-Abonaza (A2) se ubicó en el rango “B” con una media de 22,27 hojas/planta y la aplicación de Humus de lombriz (A1) se situó en el rango “C” con una media de 21,5 hojas/planta con el menor follaje.

CUADRO 20 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 60 DÍAS SEGÚN LAS FUENTES ORGÁNICAS

FUENTES	MEDIAS (# hojas)	RANGO
FERTHIGUE	24,18	A
ECO-ABONAZA	22,27	B
HUMUS DE LOMBRIZ	21,50	C

Elaboración: Mata, J. 2015

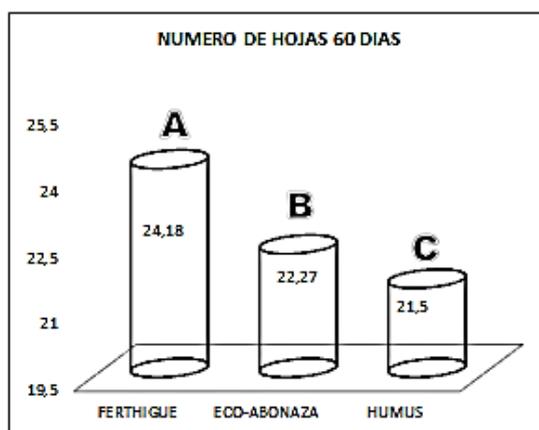


GRÁFICO 4 NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 60 DÍAS SEGÚN LAS FUENTES ORGÁNICAS

Elaboración: Mata, J. 2015

Para el análisis de la variable número de hojas por planta a los 60 días después del trasplante se observó que el mayor número de hojas se alcanzó con la aplicación de Ferthigue, con 24,18 hojas/planta esto se debió a que al ser esta una fuente que se origina de residuos vegetales y minerales es un producto de lenta mineralización, es decir su acción es paulatina por lo que permaneció durante todo el ciclo del cultivo, lo que favoreció la formación de hojas en la lechuga debido a que este cultivo absorbe la mayor cantidad de nutrientes en la última etapa de su ciclo.

Esto no ocurrió con el Humus de lombriz que al contrario presentó el menor número de hojas (21,5 hojas/planta), esto se explica porque esta fuente orgánica pasa previamente

por un proceso de degradación y humificación lo que hace que libere rápidamente sus nutrientes y estos estén disponibles para la planta por menor tiempo.

Ante esto Aldabe (2000), señala que en la segunda fase del cultivo que corresponde a los últimos 30 días antes de la cosecha, la lechuga absorbe al menos el 50% de los nutrientes totales requeridos, y es en ese mismo momento en que tiene lugar la mayor producción de biomasa.

Tarigo et.al. (2004), por su parte expresan que dependiendo de la composición química de la materia orgánica, la descomposición de esta puede ser: rápida cuando está formada por azúcares, almidones y proteínas, lenta cuando en su composición presenta celulosa, grasas, ceras y resinas o muy lenta cuando está constituida por lignina. En concordancia a esto AGROBEST S.A (2014), manifiesta que el nitrógeno que aporta Ferthigue es de acción lenta permaneciendo durante todo el ciclo del cultivo, a lo que Higuera (2014), complementa indicando que la mineralización del nitrógeno de higuera es lenta lo que asegura un crecimiento regular de los cultivos en proporción a la absorción.

Mientras tanto LOMBRICULTURA PACHAMAMA S.A (2004), indica que el paso del material orgánico de desecho a través del aparato digestivo de la lombriz permite su humificación y transforma los nutrientes a formas de rápida asimilación por las plantas.

En la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días después del trasplante según los niveles (Factor B) (CUADRO 21), presentaron 2 rangos estadísticos, el nivel medio 120 kg N/ha (B2) alcanzó el mayor número de hojas con una media de 23,68 hojas/planta y se ubicó en el rango "A", el nivel alto 180 kg N/ha (B3) y el nivel bajo 60 kg N/ha (B1) se situaron en el rango "B" con una media de 22,3 y 21,97 hojas/planta respectivamente.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 60 DÍAS SEGÚN LOS NIVELES

NIVEL (kg N/ha)	MEDIAS (# hojas)	RANGO
120	23,68	A
180	22,30	B
60	21,97	B

Elaboración: Mata, J. 2015

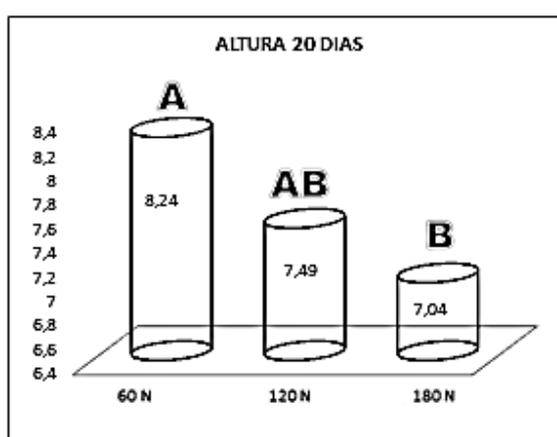


GRÁFICO 5 NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 60 DÍAS SEGÚN LOS NIVELES

Elaboración: Mata, J. 2015

El mayor número de hojas por planta a los 60 días se obtuvo con la aplicación de 120 kg N/ha alcanzando 23,68 hojas, resultado que se esperaba ya que con este nivel se cubren los requerimientos de nitrógeno por ciclo de cultivo citados en la literatura, y al suministrar los niveles adecuados de nutrientes se favorece al desarrollo normal de la planta, con la aplicación de 60 kg N/ha se obtuvo el menor número de hojas (21,97 hojas) puesto que con esta cantidad la planta no logra cubrir sus requerimientos limitando así su adecuado desarrollo.

Tarigo et.al. (2004), concuerdan con esto e indican que las necesidades de nitrógeno aproximadas durante todo el ciclo de cultivo de la lechuga son de 120 kg/ha.

Además los resultados obtenidos concuerdan con los señalados por Rodríguez & Santana (2011), quienes en su ensayo obtuvieron 24,33 hojas por planta de lechuga crespa a los 60 días con una recomendación de 100 kg N/ha.

Por su parte Carranza et.al. (2009), señalan que la deficiencia de nitrógeno altera la formación de nuevas hojas y su desarrollo, debido a la baja tasa de división celular, a lo que Maroto, García, & Baixauli (2000), añaden que la deficiencia de nitrógeno en la lechuga provoca disminución del crecimiento y vigor de las plantas, hojas pequeñas y en menor número, color verde pálido y tallo hueco.

En la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días después del trasplante según la interacción fuentes por niveles (AxB) (CUADRO 22), presentó 5 rangos estadísticos, la aplicación de Ferthigue en nivel medio (A3B2) alcanzó el mayor número de hojas con una media de 25,53 hojas/planta y se ubicó en el rango “A”, la aplicación de Eco-Abonaza en nivel alto (A2B3) y Humus de lombriz en nivel bajo (A1B1) se situaron en el rango “D” con una media de 21,13 y 21,10 hojas/planta respectivamente, las demás interacciones entre fuentes y niveles mostraron medias y rangos intermedios.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 60 DÍAS SEGÚN LA INTERACCIÓN FUENTES ORGÁNICAS POR NIVELES

FUENTES	NIVEL (kg N/ha)	MEDIAS (# hojas)	RANGO
FERTHIGUE	120	25,53	A
ECO-ABONAZA	120	24,00	A B
FERTHIGUE	180	23,87	A B
FERTHIGUE	60	23,13	B C
HUMUS L	180	21,90	C D
ECO-ABONAZA	60	21,67	C D
HUMUS L	120	21,50	C D
ECO-ABONAZA	180	21,13	D
HUMUS L	60	21,10	D

Elaboración: Mata, J. 2015

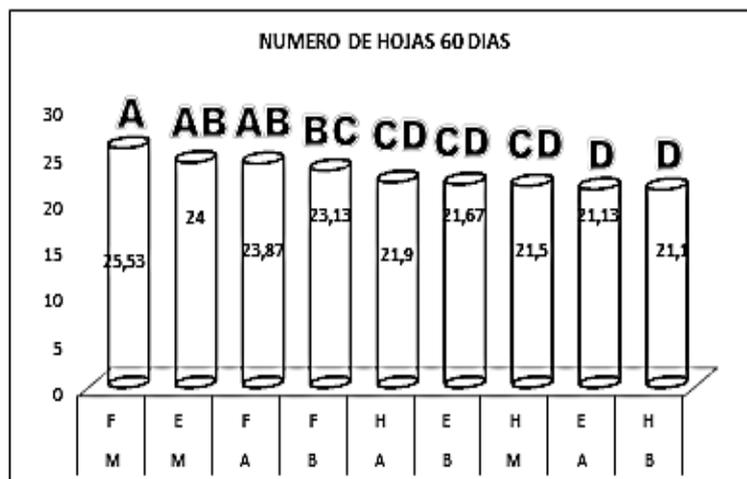


GRÁFICO 6 NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 60 DÍAS SEGÚN LA INTERACCIÓN FUENTES ORGÁNICAS POR NIVELES

Elaboración: Mata, J. 2015

El número de hojas por planta que se obtuvo a los 60 días según la interacción fuentes por niveles fue: con la aplicación de Ferthigue en un nivel de 120 kg N/ha tenemos 25,53 hojas siendo el valor más alto por ser esta una fuente de lenta mineralización y al aplicar esta cantidad cubrimos los requerimiento del cultivo, al aplicar humus de lombriz con 60 kg N/ha obtuvimos 21,10 hojas siendo este el valor más bajo ya que esta fuente es de rápida mineralización y la aportación no cubrió los requerimientos nutricionales. Por lo cual podemos decir que el desarrollo del cultivo está en función de la interacción de todos los factores que interviene en el mismo, al aplicar una fuente orgánica que esté presente a lo largo del ciclo de la planta y en un nivel que cubra sus necesidades nutricionales logramos su mayor desarrollo caso contrario lo limitamos.

Esto concuerda con lo señalado por John (2007), quién indica que para alcanzar un óptimo desarrollo de los cultivos se debe procurar que los nutrientes que la planta necesita estén disponibles en el suelo en las cantidades adecuadas y durante todo el ciclo productivo.

D. NÚMERO DE DÍAS A LA COSECHA

Según el análisis de varianza para los días a la cosecha (CUADRO 23), no presentó diferencias significativas para los niveles (Factor B), para la interacción (AxB) pero si presentó diferencias altamente significativas para las diferentes fuentes (Factor A).

El coeficiente de variación para “a” fue 0,66 y para “b” 2,46 % (ANEXO 9).

CUADRO 23 CUADRADO MEDIO PARA EL NÚMERO DE DÍAS A LA COSECHA

DÍAS A LA COSECHA			
FV	Gl	C M	Significancia
REPETICIONES	2	1,15	
FUENTES	2	304,04	**
Error a	4	0,20	
NIVEL	2	0,04	ns
FUENTES*NIVEL	4	0,26	ns
Error b	12	2,80	
Total	26		
CV a %		0,66	
CV b %		2,46	

Elaboración: Mata, J. 2015

ns : no significativo

* : significativo

** : altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para los días a la cosecha según las fuentes (Factor A) (CUADRO 24), presentaron 2 rangos estadísticos, la fuente Ferthigue (A3) alcanzó el menor número de días a la cosecha con una media de 61,22 días/cosecha y se ubicó en el rango “A”, la Fuente Humus de lombriz (A1) y la Fuente Eco-Abonaza (A2) se situaron en el rango “B” con una media de 71 días/cosecha y 71,56 días/cosecha respectivamente.

CUADRO 24 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LOS DÍAS A LA COSECHA SEGÚN LAS FUENTES ORGÁNICAS

FUENTES	MEDIAS (días)	RANGO
FERTHIGUE	61,22	A
HUMUS DE LOMBRIZ	71,00	B
ECOABONAZA	71,56	B

Elaboración: Mata, J. 2015

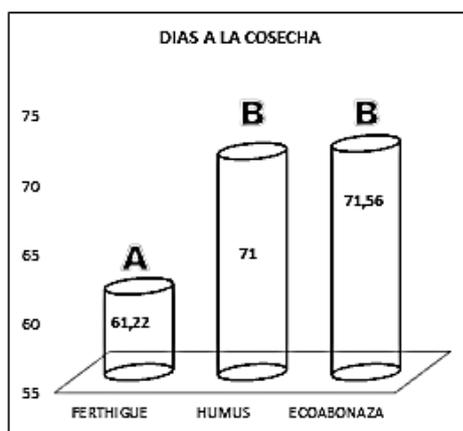


GRÁFICO 7. DÍAS A LA COSECHA SEGÚN LAS FUENTES ORGÁNICAS

Elaboración: Mata, J. 2015

Para la variable día a la cosecha la fuente Ferthige mostró un menor tiempo con 61,22 días, frente a los tratamientos con Humus de lombriz la Eco - Abonaza los cuales estuvieron listos para la cosecha a los 71 y 71,56 días respectivamente.

Estos resultados se alcanzaron ya que al ser la lechuga cressa un cultivo del cual se aprovechan sus hojas su cosecha esta lista cuando se observa un incremento en su biomasa y mayor expansión foliar, por tal motivo Ferthigue mostró un menor número de días a la cosecha porque al mineralizarse más lentamente liberó gradualmente el nitrógeno lo que favoreció al desarrollo foliar de la planta, (parámetro indicador para la cosecha de lechuga cressa), además porque aumenta la temperatura del suelo lo que favorece al desarrollo del cultivo; esto no sucedió con las fuentes Humus de lombriz y Eco-Abonaza con las cuales las plantas cumplieron con su ciclo vegetativo a los días recomendados para el cultivo.

Lo que concuerda con lo expresado por Arcos (2009), quién señala que el nitrógeno puede favorecer en forma excesiva al desarrollo vegetativo, esto quiere decir que la plantas se manifiesten verdes hasta la maduración.

Los datos concuerdan también con lo expresado por Guamán (2010), quién en su trabajo de investigación en lechuga manifestó que Ferthigue frente a tratamientos químicos alcanzó una diferencia de menos 6,97 días para su madurez comercial

Los tratamientos con Humus de lombriz y Eco-Abonaza como fuente de nitrógeno estuvieron listos para la cosecha a los 71 y 71,56 días respectivamente, esto concuerda plenamente con lo señalado por Montesdeoca (2008), quién indica que la lechuga cresa está lista para la cosecha a los 72 días, lo que es corroborado por Harrys (2005), quién también señala que la lechuga cresa esta lista para la cosecha a los 72 días.

E. RENDIMIENTO A LA COSECHA EXPRESADO EN kg/ PARCELA NETA Y EN kg/ha

Según el análisis de varianza para el rendimiento a la cosecha en la parcela neta expresado en kg (CUADRO 25); presentó diferencias altamente significativas para las diferentes fuentes orgánicas (Factor A), para los niveles (Factor B) y para la interacción (AxB).

El coeficiente de variación para “a” fue 3,54 y para “b” 5,36 % (ANEXO 10).

CUADRO 25. CUADRADO MEDIO PARA EL RENDIMIENTO A LA COSECHA EN kg/PARCELA NETA

RENDIMIENTO COSECHA EN kg/ PARCELA NETA			
FV	Gl	C M	Significancia
REPETICIONES	2	0,08	
FUENTES	2	2,38	**
Error a	4	0,02	
NIVEL	2	1,52	**
FUENTES*NIVEL	4	0,64	**
Error b	12	0,05	
Total	26		
CV a %		3,54	
CV b %		5,36	

Elaboración: Mata, J. 2015

ns : no significativo

* : significativo

** : altamente significativo

Según el análisis de varianza para el rendimiento a la cosecha por hectárea expresado en kg (CUADRO 26); presentó diferencias altamente significativas para las diferentes fuentes orgánicas (Factor A), para los niveles (Factor B) y para la interacción (AxB).

El coeficiente de variación para “a” fue 3,78 y para “b” 5,40 % (ANEXO 11).

CUADRO 26 CUADRADO MEDIO PARA EL RENDIMIENTO A LA COSECHA
EXPRESADO EN kg/ha

RENDIMIENTO COSECHA EN kg/ ha			
FV	Gl	Cuadrado Medio	
REPETICIONES	2	1050535,9	
FUENTES	2	33672389,1	**
Error a	4	325555,5	
NIVEL	2	21311776,6	**
FUENTES*NIVEL	4	8919667,2	**
Error b	12	662789,8	
Total	26		
CV a %		3,78	
CV b %		5,40	

Elaboración: Mata, J. 2015

ns : no significativo

***** : significativo

****** : altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento a la cosecha en la parcela neta expresado en kg según las fuentes (Factor A) (CUADRO 27), presentó 3 rangos estadísticos, la aplicación de Ferthigue (A3) alcanzó el mayor rendimiento con una media de 4,59 kg/parcela neta y se ubicó en el rango “A”, la aplicación de Eco-Abonaza (A2) se situó en el rango “B” con una media de 3,9 kg/parcela neta y la aplicación de Humus de lombriz (A1) se ubicó en el rango “C” con una media de 3,58 kg/parcela neta con el menor rendimiento.

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por hectárea expresado en kg según las fuentes (Factor A) (CUADRO 27), presentó 3 rangos estadísticos, la aplicación de Ferthigue (A3) alcanzó el mayor rendimiento con una media de 19114.69 kg/ha y se ubicó en el rango “A”, la aplicación de Eco-Abonaza (A2) se situó en el rango “B” con

una media de 16257,87 kg/ha y la aplicación de Humus de lombriz (A1) se ubicó en el rango “C” con una media de 14905,09 kg/ha con el menor rendimiento.

CUADRO 27 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO A LA COSECHA EXPRESADO EN kg/PARCELA NETA Y EN kg/ha SEGÚN LAS FUENTES ORGÁNICAS

RENDIMIENTO kg/PARCELA NETA			RENDIMIENTO kg/ha		
FUENTES	MEDIAS	RANGO	FUENTES	MEDIAS	RANGO
FERTHIGUE	4,59	A	FERTHIGUE	19114,69	A
ECO-ABONAZA	3,90	B	ECO-ABONAZA	16257,87	B
HUMUS L	3,58	C	HUMUS L	14905,09	C

Elaboración: Mata, J. 2015

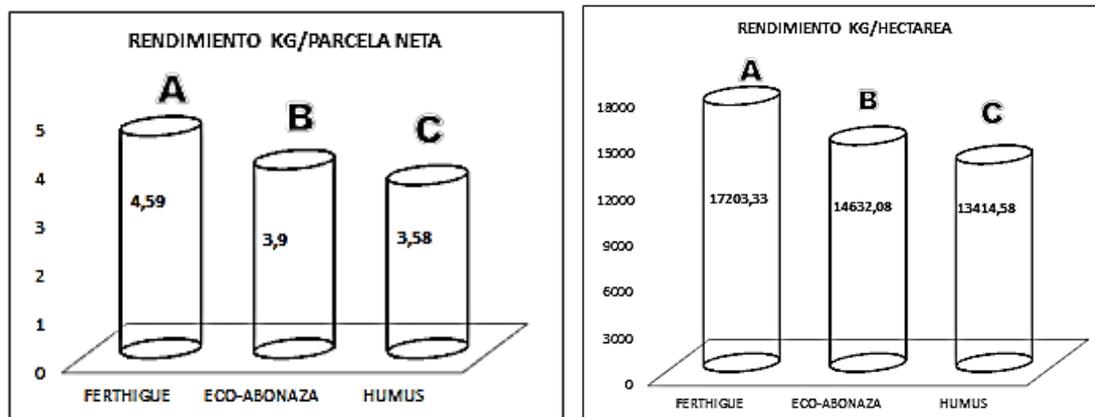


GRÁFICO 8. RENDIMIENTO A LA COSECHA EXPRESADO EN kg/PARCELA NETA Y EN kg/ha SEGÚN LAS FUENTES ORGÁNICAS

Elaboración: Mata, J. 2015

En el ensayo la parcela neta estuvo constituida por 16 plantas de lechuga crespa en un área de 2,4 m², el mayor rendimiento a la cosecha se obtuvo con Ferthigue como fuente orgánica alcanzando 4,59 kg/parcela neta lo que equivalió a tener plantas de 287gr; en cuanto a la hectárea se obtuvo un rendimiento de 19114,69 kg. El menor rendimiento se logró con Humus de lombriz que alcanzó 3,58 kg/parcela neta dando plantas de 223, 25

gr y un rendimiento por hectárea de 14905,09 kg. Estos resultados se debieron a que a los tratamientos que se aplicó Ferthigie mostraron un mayor número de hojas durante la etapa final del cultivo mientras que con Humus de lombriz alcanzaron menor follaje. El número de hojas influyo directamente en el peso al momento de la cosecha, lo que indica que los tratamientos que tuvieron más hojas alcanzaron mayores rendimientos, por lo que este parámetro pudiera ser manejado como un indicador de rendimiento del cultivo de lechuga.

En su investigación Tarigo et.al. (2004), señalan que el mayor rendimiento comercial está relacionado con el número de hojas y el peso fresco aéreo.

Los resultados obtenidos tanto en kg/parcela neta como en kg/ha concuerdan con lo expresado por Ricci (1994), quién indica que trabajando con fuentes orgánicas se ha logrado rendimientos de 322 gr/planta y 21466 kg/ha.

Los resultados concuerda también con CEDAF & FDA (1999), quienes señalan que dependiendo del cultivar y la densidad poblacional se puede tener rendimientos que oscilen entre lo 16000 kg/ha hasta los 40000 kg/ha.

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento a la cosecha en la parcela neta expresado en kg según los niveles (Factor B) (CUADRO 28), presentó 3 rangos estadísticos, el nivel medio 120 kg N/ha (B2) alcanzó el mayor rendimiento con una media de 4,45 kg/parcela y se ubicó en el rango "A", el nivel alto 180 kg N/ha (B3) se situó en el rango "B" con una media de 3,98 kg/parcela y el nivel bajo 60 kg N/ha (B1) se ubicó en el rango "C" con una media de 3,63 kg/parcela con el menor rendimiento.

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por hectárea expresado en kg según los niveles (Factor B) (CUADRO 28), presentó 3 rangos estadísticos, el nivel medio 120 kg N/ha (B2) alcanzó el mayor rendimiento con una media de 18544.91 kg/ha y se ubicó en el rango "A", el nivel alto 180 kg N/ha (B3) se situó en el rango "B" con una media de 16595.83 kg/ha y el nivel bajo 60 kg N/ha (B1) se ubicó en el rango "C" con una media de 15137.03 kg/ha con el menor rendimiento por.

CUADRO 28. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO A LA COSECHA EXPRESADO EN kg/PARCELA NETA Y EN kg/ha SEGÚN LOS NIVELES

RENDIMIENTO kg/PARCELA NETA			RENDIMIENTO kg/ha		
NIVEL (kg N/ha)	MEDIAS	RANGO	NIVEL (kg N/ha)	MEDIAS	RANGO
120	4,45	A	120	18544,91	A
180	3,98	B	180	16595,83	B
60	3,63	C	60	15137,03	C

Elaboración: Mata, J. 2015

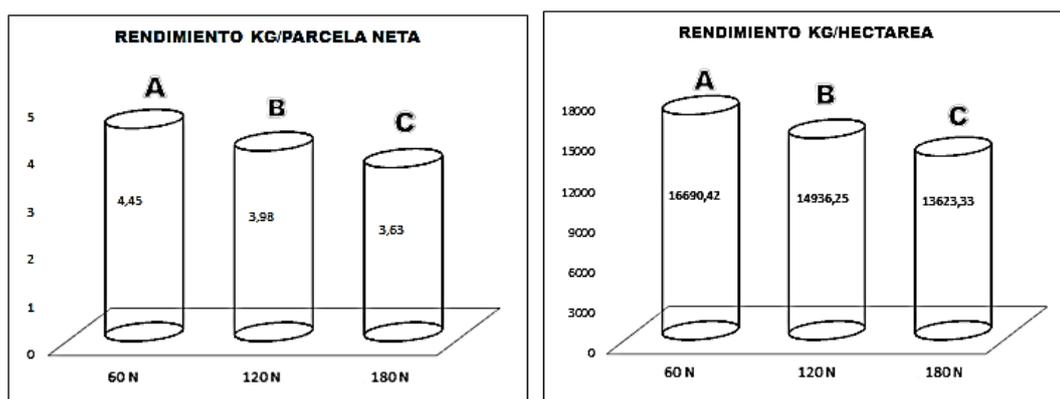


GRÁFICO 9. RENDIMIENTO A LA COSECHA EXPRESADO EN kg/PARCELA NETA Y EN kg/ha SEGÚN LOS NIVELES

Elaboración: Mata, J. 2015

Como era de esperarse el mayor rendimiento a la cosecha (4,45 kg/parcela neta y 18544,91kg/ha) se obtuvo con una aplicación de 120 kg N/ha, cantidad que representa la extracción del nutriente por parte de la planta durante su ciclo de cultivo, mientras que el rendimiento más bajo (3,63 kg/parcela neta y 15137,03kg/ha) se evidenció con la aplicación de 60 kg N/ha.

Estos resultados se debieron a que el nutriente que mayor importancia ejerce en el rendimiento del cultivo es el nitrógeno, de ahí la importancia de suministrarlo en los

niveles que demande el mismo para alcanzar óptimos rendimientos, el nivel adecuado de aportación es el que la planta requiere, ya que el déficit o el exceso afecta al rendimiento final.

Esto es reafirmado por Maroto et.al. (2000), quienes señalan que las necesidades de nitrógeno aproximadas durante todo el ciclo de cultivo son de 120 kg./ha.

Mientras que Iglesias et.al. (2002), complementan diciendo que el nitrógeno es el nutriente con mayor impacto sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos hortícolas en general.

Además Aruani (2012), señala que cuando no se aplica fertilizantes, el rendimiento está en su nivel mínimo, después el rendimiento aumenta mientras va aumentando la tasa de aplicación de fertilizantes hasta que el rendimiento alcanza el nivel máximo, a partir de este momento, cualquier adición de fertilizante no aumentará el nivel de rendimiento, finalmente cuando las tasas de aplicación de fertilizantes son demasiado altas disminuye el rendimiento, debido a daños por salinidad y toxicidad específica de nutrientes.

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento a la cosecha en la parcela neta expresado en kg según la interacción fuentes por nivel (AxB) (CUADRO 29), presentaron 2 rangos estadísticos, la aplicación de Ferthigue en nivel medio 120 kg N/ha (A3B2) , Eco-Abonaza en nivel medio 120 kg N/ha (A2B2) y Fertighue en nivel alto 180 kg N/ha (A3B3) presentaron el mayor rendimiento con una media de 4,96 kg/parcela, 4,83 kg/parcela y 4,79 kg/parcela respectivamente ubicándose en el rango “A”, las demás interacciones se encuentran ubicadas en el rango “B” con medias inferiores en donde la aplicación de Eco-Abonaza en nivel alto 180 kg N/ha (A2B3) logró el menor rendimiento con una media de 3,4 kg/parcela.

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en hectárea expresado en kg según la interacción fuentes por nivel (AxB) (CUADRO 29), presentaron 2 rangos estadísticos, la aplicación de Ferthigue en nivel medio 120 kg N/ha (A3B2) , Eco-Abonaza en nivel medio 120 kg N/ha (A2B2) y Fertighue en nivel alto 180 kg N/ha (A3B3) presentaron el mayor rendimiento con una media de 20647.22 kg/ha, 20119.44 kg/ha y 19970.83 kg/ha respectivamente ubicándose en el rango “A”, las demás interacciones se encuentran ubicadas en el rango “B” con medias inferiores, la aplicación de Eco-

Abonaza en nivel alto 180 kg N/ha (A2B3) mostró el menor rendimiento con una media de 14177.78 kg/ha.

CUADRO 29 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO A LA COSECHA EXPRESADO EN kg/PARCELA NETA Y EN kg/ha SEGÚN LA INTERACCIÓN FUENTES ORGÁNICAS POR NIVELES

FUENTES x NIVEL	MEDIAS kg/parcela	RANGO	FUENTES x NIVEL	MEDIAS kg/ha	RANGO
A3B2	4,96	A	A3B2	20647,22	A
A2B2	4,83	A	A2B2	20119,44	A
A3B3	4,79	A	A3B3	19970,83	A
A3B1	4,01	B	A3B1	16726,39	B
A1B3	3,75	B	A1B3	15638,89	B
A1B2	3,57	B	A1B2	14868,06	B
A2B1	3,47	B	A2B1	14476,39	B
A1B1	3,41	B	A1B1	14208,33	B
A2B3	3,40	B	A2B3	14177,78	B

Elaboración: Mata, J. 2015

A1 B1: Humus de lombriz 60 kg N/ha

A2 B2: Eco-Abonaza 120 kg N/ha

A3 B3: Ferthigue 180 kg N/ha

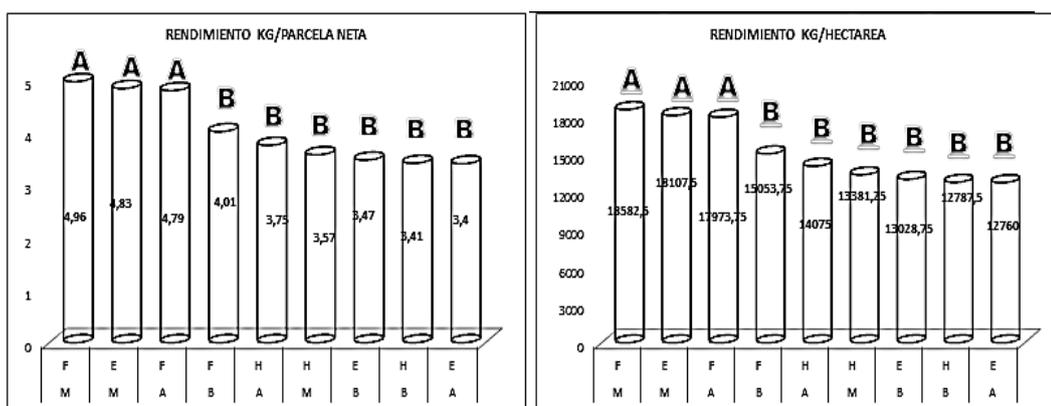


GRÁFICO 10. RENDIMIENTO A LA COSECHA EXPRESADO EN kg/PARCELA NETA Y EN kg/ha SEGÚN LA INTERACCIÓN FUENTES ORGÁNICAS POR NIVELES

Elaboración: Mata, J. 2015

Para la variable peso a la cosecha expresado en kg/parcela neta y en kg/ha el mayor rendimiento (4,96 kg/parcela neta y 20647.44 kg/ha) se obtuvo con la interacción Ferthigue con 120 kg N/ha y el menor rendimiento (3,4 kg/parcela neta y 14177.78 kg/ha) se alcanzó con la interacción Eco-Abonaza y 180 kg N/ha. Estos resultados se debieron a que el Ferthigue alcanzó el mayor número de hojas por planta en la última etapa del cultivo lo que influyó directamente en el rendimiento del mismo y los 120 kg N/ha suplieron de mejor manera los requerimientos del cultivo lo que determinó su mayor rendimiento, si el cultivo a lo largo de su ciclo de desarrollo dispone de los nutrientes que necesita esto se evidenciará en el número de hojas lo que proporcionará un mayor peso. Por esto podemos decir que el rendimiento depende casi en un 50% de la fertilización, aunque cabe acotar no es este el único factor que lo limita.

Esto concuerda con John (2007), quién señala que al menos del 30 al 50% del rendimiento es atribuido a la aplicación de fertilizantes aunque el mismo autor indica también que el rendimiento del cultivo depende de muchos otros factores, como por ejemplo, las propiedades del suelo, el riego, la genética de la planta, el clima, las prácticas culturales, control de plagas y enfermedades.

F. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

Para la comercialización de la lechuga se procedió a clasificarla por categorías teniendo así la Especial con un peso mayor a 600 gr, la de Primera que va de 350 a 600 gr y la de Segunda que va de 100 a 350 gr. En nuestro ensayo solo obtuvimos categoría de primera y segunda como lo muestra el (CUADRO 30). El precio de venta fue de 0,25 USD para la lechuga de Primera categoría y de 0,15 USD para la de Segunda categoría.

CUADRO 30. CATEGORÍAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE LECHUGA
(*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*)

Tratamiento	Código	Rendimiento primera categoría kg/ha	Rendimiento segunda categoría kg/ha	Rendimiento total kg/ha
T8	A3B2	10644,97	10002,26	20647,23
T5	A2B2	9015,66	11103,79	20119,45
T9	A3B3	8287,37	11683,47	19970,84
T7	A3B1	5761,86	10964,53	16726,39
T3	A1B3	1719,98	13918,92	15638,9
T2	A1B2	1126,8	13741,26	14868,06
T4	A2B1	3013	11463,39	14476,39
T1	A1B1	591,96	13616,38	14208,34
T6	A2B3	4829,07	9348,71	14177,78

Elaboración: Mata, J. 2015

El tratamiento que mayor beneficio neto (CUADRO 31) presentó fue la aportación de Eco-Abonaza y 120 kg N/ha (A2B2) con 9754,53 USD/ha, seguido del tratamiento Ferthigue y 120 kg N/ha (A3B2) con 8860,48 USD/ha, luego Ferthigue y 60 kg N/ha (A3B1) con 8136,45 USD/ha, posteriormente Ferthigue y 180 kg N/ha (A3B3) con 7742,03 USD/ha, luego Eco-Abonaza y 60 kg N/ha (A2B1) con 7646,35 USD/ha, seguido de Humus de lombriz y 60 kg N/ha (A1B1) con 7203,16 USD/ha, luego Humus de lombriz y 120 kg N/ha (A1B2) con 6460,63 USD/ha, seguido de Eco-Abonaza y 180 kg N/ha (A2B3) con 6267,41 USD/ha y finalmente Humus de lombriz y 180 kg N/ha (A1B3) con 5776,42 USD/ha.

CUADRO 31. PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIOS NETOS DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*)

Tratamiento	Código	Rendimiento Bruto kg/ha	Rendimiento Ajustado 10%	Beneficio Bruto USD/ha	Costos Que Varían USD /ha	Beneficio Neto USD
T5	A2B2	20119,444	18107,5	10743,529	989	9754,5292
T8	A3B2	20647,222	18582,5	10860,717	2000,24	8860,4769
T7	A3B1	16726,389	15053,75	9136,5738	1000,12	8136,4538
T9	A3B3	19970,833	17973,75	10742,39	3000,36	7742,0296
T4	A2B1	14476,389	13028,75	8140,8548	494,5	7646,3548
T1	A1B1	14208,333	12787,5	8269,7004	1066,54	7203,1604
T2	A1B2	14868,056	13381,25	8593,7064	2133,08	6460,6264
T6	A2B3	14177,778	12760	7750,912	1483,5	6267,412
T3	A1B3	15638,889	14075	8976,0357	3199,62	5776,4157

Elaboración: Mata, J. 2015

En el análisis de dominancia (CUADRO 32), se determinó que la aplicación de Eco-Abonaza con 120 kg N/ha (A2B2) y Eco-Abonaza con 60 kg N/ha, (A2B1) resultaron no dominados por cuanto en rendimiento fue proporcional a los costos variables, al contrario del resto de tratamientos que resultaron dominados.

CUADRO 32. ANÁLISIS DE DOMINANCIA PARA EL CULTIVO DE LECHUGA
(*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*)

Tratamiento	Código	Beneficio Neto USD/ha	Costos Que Varían USD/ha	Dominancia
T5	A2B2	9754,53	989	ND
T8	A3B2	8860,48	2000,24	D
T7	A3B1	8136,45	1000,12	D
T9	A3B3	7742,03	3000,36	D
T4	A2B1	7646,35	494,5	ND
T1	A1B1	7203,16	1066,54	D
T2	A1B2	6460,63	2133,08	D
T6	A2B3	6267,41	1483,5	D
T3	A1B3	5776,42	3199,62	D

Elaboración: Mata, J. 2015

Según la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados (CUADRO 33), con la aplicación de Eco-Abonaza con 120 kg N/ha (A2B2) se alcanzó un valor de 426,32%, lo que significa que por cada dólar invertido se lo recupera y se obtiene 4,26 dólares adicionales, esto ya que se evidenció un mayor rendimiento con la aplicación de 120 kg N/ha.

CUADRO 33. TASA DE RETORNO MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS

Tratamiento	Código	Beneficio Neto USD	Incremento del Beneficio Neto USD	Costos Variables USD	Incremento de Costos Variables USD	Tasa de Retorno Marginal (%)
T5	A2B2	9754,53		989		
			2108,17		494,5	426,32
T4	A2B1	7646,35		494,5		

Elaboración: Mata, J. 2015

VI. CONCLUSIONES

- A.** Con la aplicación de 120 kg N/ha y una fertilización complementaria de 55 kg P₂O₅/ha y 250 kg K₂O/ha se logró obtener el mayor desarrollo en el cultivo de lechuga.
- B.** La aplicación de Ferthigue como fuente orgánica de N en el cultivo de lechuga mostró mayor número de hojas/plantas y menor número de días a la cosecha.
- C.** La aplicación de Ferthigue con 120 kg N/ha logró el máximo rendimiento con 20647.22 kg/ha.
- D.** El mayor beneficio neto se alcanzó con la aplicación de Eco-Abonaza con un nivel de aportación de 120 kg N/ha y una fertilización complementaria de 55 kg P₂O₅/ha y 250 kg K₂O/ha, obteniendo 9754,53 USD/ha con 10743,5292 USD/ha de beneficio bruto y costos que varían de 989USD/ha. Consecuentemente la tasa de retorno marginal para la aplicación de Eco-Abonaza fue de 426,32%.

VII. RECOMENDACIONES

- A. Desde el punto de vista agronómico utilizar 2,4 toneladas de Ferthigue/ha y 970 kg de Sulpomag/ha que proporciona un nivel de fertilización de 120 kg N/ha 55 kg P₂O₅/ha y 250 kg K₂O/ha para alcanzar un rendimiento de 20647.22 kg lechuga crespa/ha.
- B. Desde el punto de vista económico utilizar 4,14 toneladas de Eco-Abonaza/ha porque se obtiene una tasa de retorno marginal de 426,32%.
- C. Realizar ensayos complementarios a la presente investigación sometiendo al cultivo a diferentes niveles de aportación de P₂O₅ y K₂O para determinar la influencia de estos nutrientes en el desarrollo del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*).
- D. Realizar ensayos a partir de la presente investigación aplicando 120 kg N/ha de manera fraccionada en 2 aplicaciones por ciclo de cultivo para determinar el rendimientos que alcanza la lechuga crespa (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*) bajo este manejo.
- E. Utilizar fuentes orgánicas de tipo foliar para mejorar los rendimientos del cultivo de lechuga crespa.

VIII. ABSTRACTO

La presente investigación planteó: probar tres fuentes de nitrógeno orgánico con diferentes niveles de aportación en el rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*), cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; utilizando el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones en arreglo de parcelas divididas. Los nueve tratamientos resultaron de combinar tres fuentes de nitrógeno orgánico: Humus de lombriz (A1), Eco-Abonaza (A2) y Ferthigue (A3) con tres niveles de nitrógeno Nivel bajo 60 kg N/ha (B1), Nivel medio 120 kg N/ha (B2) y Nivel alto 180 kg N/ha (B3). Existió diferencias entre las fuentes de nitrógeno usadas en el ensayo en porcentaje de prendimiento, altura de planta (20 días después del trasplante), número de hojas (60 días después del trasplante), rendimiento (kg/parcela neta y kg/ha). Se determinó que la mejor fuente de nitrógeno orgánico fue Ferthigue (A3) y el mejor nivel de aplicación fue de 120 kg N/ha (B2). El mejor rendimiento alcanzó Ferthigue con 120 kg N/ha (A3B2) con 20647,22 kg/ha. El tratamiento Eco-Abonaza con 120 kg N/ha (A2B2) presentó el mayor beneficio neto que fue de 9754.53 USD/ha con costos que varían de 989 USD/ha y el tratamiento con menor beneficio neto fue Humus de lombriz y 180 kg N/ha (A1B3) con 5776,42 USD/ha con costos que varían de 3199,62 USD/ha. La mayor tasa de retorno marginal fue del tratamiento Eco-Abonaza con 120 kg N/ha (A2B2) alcanzando el 426,32%. Concluyendo, desde el punto de vista agronómico, utilizar 2,4 tn de Ferthigue/ha y 970 kg Sulpomag/ha para alcanzar el mayor rendimiento y utilizar 4,14 trn de Eco-Abonaza/ha y 572.67 kg Sulpomag/ha para obtener la mayor rentabilidad.



IX. SUMMARY

This research considers: to prove three sources of organic nitrogen with different contribution levels in the yield of Crisp lettuce (*Lactuca sativa* L. Var. *crispa*), canton Riobamba, province of Chimborazo; using the randomized complete block experimental design (RCBD) with three repetitions in arrangement of divided plots. Nine treatments were the result of combining three sources of organic nitrogen; earthworm humus (A), Eco-Abonaza (A2) and Ferthigue (A3) with three levels of nitrogen level under 60 kg N/ha (B1), middle level 120 kg N/ha (B2) and high level 180 kg N/ha (B3). There were differences between the sources of nitrogen used in the test in apprehension percentage, plant height (20 days after transplantation), number of leaves (60 days after transplantation), yield (kg/net parcel and kg/ha). It was found that the best source of organic nitrogen was Ferthigue (A3) and the best application level was 120 kg N/ha (B2). The best yield reached Ferthigue with 120 kg N/ha (A3B2) with 20647.22 kg/ha. The treatment Eco-Abonaza with 120 kg N/ha (A2B2) presented the greatest net benefit that was 9754.53 USD/ha with costs that vary from 989 USD/ha and treatment with a lower net profit was earthworm humus and 180 kg N/ha (A1B3) with 5776.42 USD/ha with costs that vary from 3199.62 USD/ha. The highest marginal rate of return was Eco-Abonaza treatment with 120 kg N/ha (A2B2) reaching 426.32%. In conclusion, from an agronomic point of view is recommended to use 2.4 tn of Ferthigue/ha and 970 kg Sulpomag/ha, to achieve the highest performance and use 4,14 tn of Eco-Abonaza/ha and 572.67 kg Sulpomag/ha, to obtain the biggest profitability.



X. BIBLIOGRAFÍA

- Aldabe, L. (2000). Producción de hortalizas en Uruguay. Montevideo - Uruguay: Epsilon. 23p
- Arcos, F. (2009). Texto Básico Fertilizantes. Riobamba - Ecuador: s.e. 48p
- Aruani, M. (2012). Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo. Neuquen - Argentina: s.e. 89-95p
- Ballesteros, M. (2001). Caracterización química de procesos de compostaje, determinación de parámetros de calidad del compost y evaluación del efecto sobre el aluminio en un oxisol. Bogotá - Colombia: s.e. 67p
- Benzing, A. (2001). Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina. Schwenningen - Alemania: Neckar - Verlag. 28p
- Cabezas, M., & Sánchez, C. (2008). Efecto de las deficiencias nutricionales en la distribución de la materia seca en plantas de vivero de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey). Bogotá – Colombia: s.e. 67p
- Cabezas, O. (2010). Aclimatación de 15 cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*) en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.45p
- Cabrera, P. (2010). Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de col morada. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. 85p
- Cali, V. (2011). Efecto del estiércol de lombriz en la producción de cuatro cultivares de lechuga. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. 45p

- Carranza, C., Lancho, O., & Miranda, D. (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) “Batavia” cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. Colombia: s.e. 45p
- Devlin, M. (1980). Fisiología vegetal. España: Omega S.A. 109 – 111p
- Estévez, V. (2006). Efectos de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var *itálica*) en la hacienda Pastavi cantón Otavalo parroquia Quichinche. (Tesis de grado, Ingeniera Agropecuaria). Pontificia Universidad Católica de Ecuador Sede Ibarra Ibarra - Ecuador. 68p
- FDA, & CEDAF. (1999). Cultivo de lechuga y apio. Santo Domingo - República Dominicana: s.e. 22p
- Fernandez, M. (2003). Evaluación agronómica de sustancias húmicas derivadas del humus de lombriz. (Tesis de grado, Ingeniera Agrónoma). Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago - Chile. 95p
- Galván, G., & Rodríguez, J. (2006). Cultivos de hoja. Universidad de la República. Montevideo – Uruguay: s.e. 25p
- Guamán, R. (2010). Estudio bioagronómico de 10 cultivares de lechuga de cabeza utilizando dos tipos de fertilizantes orgánicos en el Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. 47p
- Harrys, M. (2005). Catálogo de semillas. Seed Company. 18p
- Holdrige, L. (1992). Ecología Basada en Zonas de Vida. San José - Costa Rica: IICA. 35-38p
- Iglesias, N., Van Konijnenburg, A., & Ruiz, C. (2002). Situación actual de la horticultura en la Norpatagonia. Madrid - España: Rivadeneyra S.A. 45-52p
- John, D. (2007). Principios básicos de la nutrición vegetal. Madrid – España: MarylandCollege. 56p

- Maroto, J., García, A., & Baixauli, S. (2000). La lechuga y la escarola. España: Mund - Prensa. 95-98p
- Montesdeoca, N. (2008). Caracterización química, física y funcional de la lechuga rizada para la creación de una norma técnica Ecuatoriana por parte del instituto ecuatoriano de normalización 2008. (Tesis de grado, Ingeniera en Industrialización de Alimentos). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador. 28-102p
- Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos protegen y suelo y garantizan alimentación sana. s.l. s.e. 46p
- Ochoa, E. (2007). Herramienta pedagógica de trabajo del estudiante. Morelia-México: s.e.
- Pantxika, H. (2005). La lechuga. Manual para su cultivo en agricultura ecológica. Navarra: Ekonekazaritza. 45p
- Pedromo, C., & Barbazán, M. (2008). Nitrógeno. Montevideo-Uruguay: Universidad de la República. 10-56
- Pereyra, M. (2001). Asimilación del nitrógeno en plantas. Universidad de La Pampa. Argentina: s.e. 135p
- Ricci, M. (2004). Producción de cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L) fertilizadas con abono orgánico. Salamanca – España: s.e. 799 – 804p. Tomo 2
- Rodríguez, J., & Santana, H. (2011). Comportamiento de tres cultivares de lechuga de hoja (*Lactuca sativa* L.) con cinco distanciamientos de siembra. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Manabí. Manabí - Ecuador. 81p
- Ruiz, J. (2015). Elaboración de un abono orgánico a partir de *Azolla filiculoides* con hiperacumulación de hierro. (Tesis de grado, Ingeniero en Biotecnología de los Recursos Naturales). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Quito – Ecuador. 12 – 26p
- Silva, D. (2010). Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de coliflor. (Tesis de

grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. 59p

Taiz, L., & Zeiger, E. (1998). Fisiología de las plantas. s.l: Sinauer Associate. 4ta ed. 167p

Tarigo, A., Repetto, C., & Acosta, D. (2004). Evaluación agronómica de biofertilizantes en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) a campo. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. 78-104p

Páginas Web

AGROBEST.S.A. (2014). Ferthigue. Recuperado el 18 de Mayo de 2015, de www.agrobest.com/Agrobest%20S.A.%20_%20Ferthigue.html

Greenfacts. (2014). ATSDR Glossary of terms. Recuperado el 09 de Septiembre de 2014, de [http/ATSDR Glossary of terms](http://ATSDR Glossary of terms)

Higuerall. (2014). Abono de Higuerrilla. Recuperado el 2015, de <http://www.higuerall.com/higuerilla.html>

INDIA. (2014). Eco–Abonaza. Recuperado el 18 de Junio de 2015, de www.pronaca.com/site/principalagricola.jsp?rb=1100ycdgpadd=26ycdgcatt=1ycdycd=765

LOMBRICULTURA PACHAMAMA.S.A. (2004). Humus de lombriz y su aplicación. Viña del Mar - Chile.

Nigoul, M. (2006). Función de la materia orgánica en el suelo. Recuperado el 30 de 05 de 2015, de <http://www.manualdelombricultura.com//foro/mensajes/11880.html>

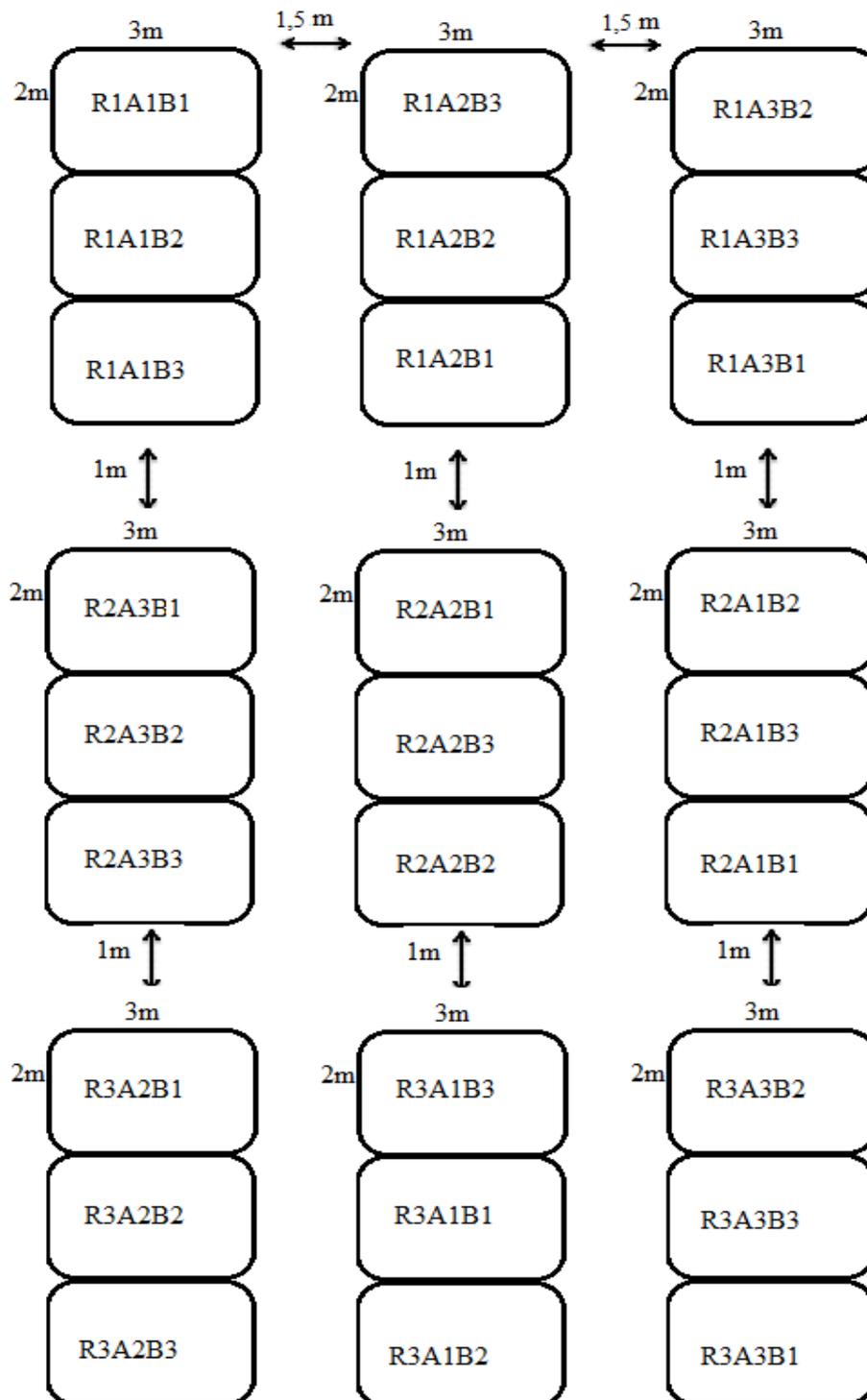
PROMERINOR.CiaLtd. (2014). Ferthigue. Recuperado el 05 de septiembre de 2014, de <http://www.promeriyor.com/productos/ferthigue>

Telegrow. (2009). Estrés por sobre fertilizado. Recuperado el 25 de 05 de 2015, de <http://www.telegrow.com/problemas-plantas-stress-por-sobrealimentacion>

Totcompost. (2005). Características del humus de lombriz. Recuperado el 20 de Junio de 2015, de www.totcompost.com

XI. ANEXOS

ANEXO 1. CROQUIS DEL ENSAYO



**ANEXO 2 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE
PRENDIMIENTO**

% PRENDIMIENTO							
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	78,13	2	39,06	0,78			
FUENTES	1519,10	2	759,55	15,22	6,94	18,00	*
Error a	199,65	4	49,91				
NIVEL	1414,93	2	707,47	16,03	3,89	6,93	**
FUENTES*NIVEL	243,06	4	60,76	1,38	3,26	5,41	ns
Error b	529,51	12	44,13				
Total	3984,38	26					
CV a %	8,07						
CV b %	7,59						

**ANEXO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 20
ddt**

ALTURA 20 DIAS							
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	6,95	2	3,47	10,84			
FUENTES	1,13	2	0,56	1,75	6,94	18,00	ns
Error a	1,27	4	0,32				
NIVEL	6,61	2	3,30	4,71	3,89	6,93	*
FUENTES*NIVEL	3,57	4	0,89	1,27	3,26	5,41	ns
Error b	8,43	12	0,70				
Total	27,95	26					
CV a %	7,89						
CV b %	11,04						

ANEXO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 40 ddt

ALTURA 40 DIAS							
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	17,28	2	8,64	7,45			
FUENTES	7,32	2	3,66	3,16	6,94	18,00	ns
Error a	4,62	4	1,16				
NIVEL	5,72	2	2,86	2,33	3,89	6,93	ns
FUENTES*NIVEL	2,23	4	0,56	0,46	3,26	5,41	ns
Error b	14,81	12	1,23				
Total	51,99	26					
CV a %	10,25						
CV b %	10,55						

ANEXO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 60 ddt

ALTURA 60 DIAS							
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	18,69	2	9,35	1,81			
FUENTES	35,61	2	17,80	3,44	6,94	18,00	ns
Error a	20,66	4	5,17				
NIVEL	0,22	2	0,11	0,07	3,89	6,93	ns
FUENTES*NIVEL	3,75	4	0,94	0,63	3,26	5,41	ns
Error b	17,96	12	1,50				
Total	96,90	26					
CV a %	14,96						
CV b %	8,03						

ANEXO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE HOJAS A LOS 20 ddt

NÚMERO DE HOJAS 20 DIAS							
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	5,12	2	2,56	5,57			
FUENTES	0,20	2	0,10	0,22	6,94	18,00	ns
Error a	1,86	4	0,46				
NIVEL	2,80	2	1,40	3,41	3,89	6,93	ns
FUENTES*NIVEL	2,69	4	0,67	1,63	3,26	5,41	ns
Error b	4,93	12	0,41				
Total	17,60	26					
CV a %	7,54						
CV b %	7,10						

ANEXO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE HOJAS A LOS 40 ddt

NÚMERO DE HOJAS 40 DIAS							
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	17,28	2	8,64	7,45			
FUENTES	7,32	2	3,66	3,16	6,94	18,00	ns
Error a	4,62	4	1,16				
NIVEL	5,72	2	2,86	2,33	3,89	6,93	ns
FUENTES*NIVEL	2,23	4	0,56	0,46	3,26	5,41	ns
Error b	14,81	12	1,23				
Total	51,99	26					
CV a %	8,09						
CV b %	11,75						

ANEXO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE HOJAS A LOS 60 ddt

NÚMERO DE HOJAS 60 DIAS							
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	1,73	2	0,87	6,69			
FUENTES	34,23	2	17,12	131,69	6,94	18,00	**
Error a	0,52	4	0,13				
NIVEL	14,81	2	7,41	18,53	3,89	6,93	**
FUENTES*NIVEL	9,17	4	2,29	5,73	3,26	5,41	**
Error b	4,84	12	0,40				
Total	65,31	26					
CV a %	1,60						
CV b %	2,80						

ANEXO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A LA COSECHA

DIAS A LA COSECHA							
FV	SC	GI	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	2,30	2	1,15	5,75			
FUENTES	608,07	2	304,04	1520,20	6,94	18,00	**
Error a	0,81	4	0,20				
NIVEL	0,07	2	0,04	0,01	3,89	6,93	ns
FUENTES*NIVEL	1,04	4	0,26	0,09	3,26	5,41	ns
Error b	33,56	12	2,80				
Total	645,85	26					
CV a %	0,66						
CV b %	2,46						

**ANEXO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO COSECHA EN
kg/PARCELA NETA**

RENDIMIENTO COSECHA EN kg/PARCELA NETA							
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
REPETICIONES	0,15	2	0,08	4,00			
FUENTES	4,77	2	2,38	119,00	6,94	18,00	**
Error a	0,09	4	0,02				
NIVEL	3,04	2	1,52	30,40	3,89	6,93	**
FUENTES*NIVEL	2,55	4	0,64	12,80	3,26	5,41	**
Error b	0,56	12	0,05				
Total	11,15	26					
CV a %	3,54						
CV b %	5,36						

**ANEXO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO COSECHA EN
kg/ha**

RENDIMIENTO COSECHA EN kg/ha							SIGNIFI
FV	SC	gl	CM	FC	0,05	0,01	CANCIA
REPETICIONES	2101071,88	2	1050535,9	3,23			
FUENTES	67344778,13	2	33672389,1	103,43	6,94	18,00	**
Error a	1302221,87	4	325555,5				
NIVEL	42623553,13	2	21311776,6	32,15	3,89	6,93	**
FUENTES*NIVEL	35678668,75	4	8919667,2	13,46	3,26	5,41	**
Error b	7953478,13	12	662789,8				
Total	157003771,9	26					
CV a %	3,78						
CV b %	5,40						

ANEXO 12. ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS LABORATORIO ESPOCH



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE SUELOS

Nombre del Propietario: Jimena Mata
Remite: Olericultura - ESPOCH
Ubicación: Nombre de la granja

Fecha de ingreso: 04/08/2014
Fecha de salida: 15/08/2014
Chimborazo
Provincia

Licán
Parroquia
Riobamba
Cantón

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

Identificación	pH	% M.O	mg/L		Mec/100g	
			NH4	P	K	
Suelo	9.1 Alc.	1.0 B	5.5 B	46.3 A	0.13 B	

CODIGO	
N:	Neutro
S:	Suficiente
Alc:	alcalino
A:	alto
M:	medio
B:	Bajo

Ing. José Arcos T.
DIRECTOR DPTO DE SUELOS

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418

"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO

**ANEXO 13. ANÁLISIS DE QUÍMICO DE HUMUS DE LOMBRIZ
LABORATORIO ESPOCH**



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE SUELOS**

Nombre del Propietario: Jimena Mata
Remite: Zootecnia-ESPOCH
Ubicación: Nombre del Predio

Fecha de ingreso: 04/08/2014
Fecha de salida: 15/08/2014
Chimborazo
Provincia

Licán
Parroquia
Riobamba
Cantón

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE HUMUS

Identificación	pH	%M.O	%		
			N	P	K
Humus Zootecnia	8.2 Alc.	6.8	1.82	0.12	0.045

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
Alc: alcalino	B: bajo

**Ing. José Arcos T.
DIRECTOR DPTO DE SUELOS**

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/4, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418

**Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO**

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/4, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418

Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza