



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

Presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias  
como requisito previo para optar el título de

**Ingeniera Agrónoma**

TEMA:

Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sometido a tres dosis de sedimento de la Laguna de Yahuarcocha, cantón Ibarra, provincia de Imbabura

AUTORA:

Carolina del Pilar Romero Guevara

DIRECTOR

Ing. Agr. Luis Arturo Ponce Vaca

El Ángel – Carchi- Ecuador

-2015-



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

Presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias como requisito previo para optar el título de

**Ingeniera Agrónoma**

TEMA:

Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.),  
sometido a tres dosis de sedimento de la Laguna de Yahuarcocha,  
cantón Ibarra, provincia de Imbabura

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

Ing. Agr. Oscar Mora Castro MBA.

**PRESIDENTE**

---

Ing. Agr. Joffre León Paredes MBA.

**VOCAL PRINCIPAL**

---

Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros MBA

**VOCAL PRINCIPAL**



*El contenido del presente trabajo, su investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones es de exclusiva responsabilidad del autor.*

---

*Carolina del Pilar Romero Guevara*

## ***Agradecimiento***

*A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica, Programa El Ángel, en especial al cuerpo de docentes por inculcar sus sabios conocimientos.*

*Al director de Tesis Ing. Luis Arturo Ponce Vaca, por su amistad incondicional y su apoyo en la presente investigación.*

*A la comunidad de San Miguel de Yahuarcocha por hacer posible el desarrollo de esta Tesis.*

*A todas las personas que participaron e hicieron posible que esta investigación se haga realidad, tanto económicamente como con la movilización.*

## ***Dedicatoria***

*El presente trabajo dedico a Dios quién fue mi guía en momentos de desaliento, a mi esposo Eduardo, a mis hijos Víctor y Alejandro, a mis queridos padres Hugo y Rosita, y a toda mi familia quienes me brindaron su apoyo moral y espiritual necesario para cristalizar una meta más en mi vida profesional. De manera especial a mis compañeros con quienes compartí momentos inolvidables y a mis queridos maestros, guías en el camino del saber y huella ineludible en la eternidad.*

***Carolina***

## **ÍNDICE**

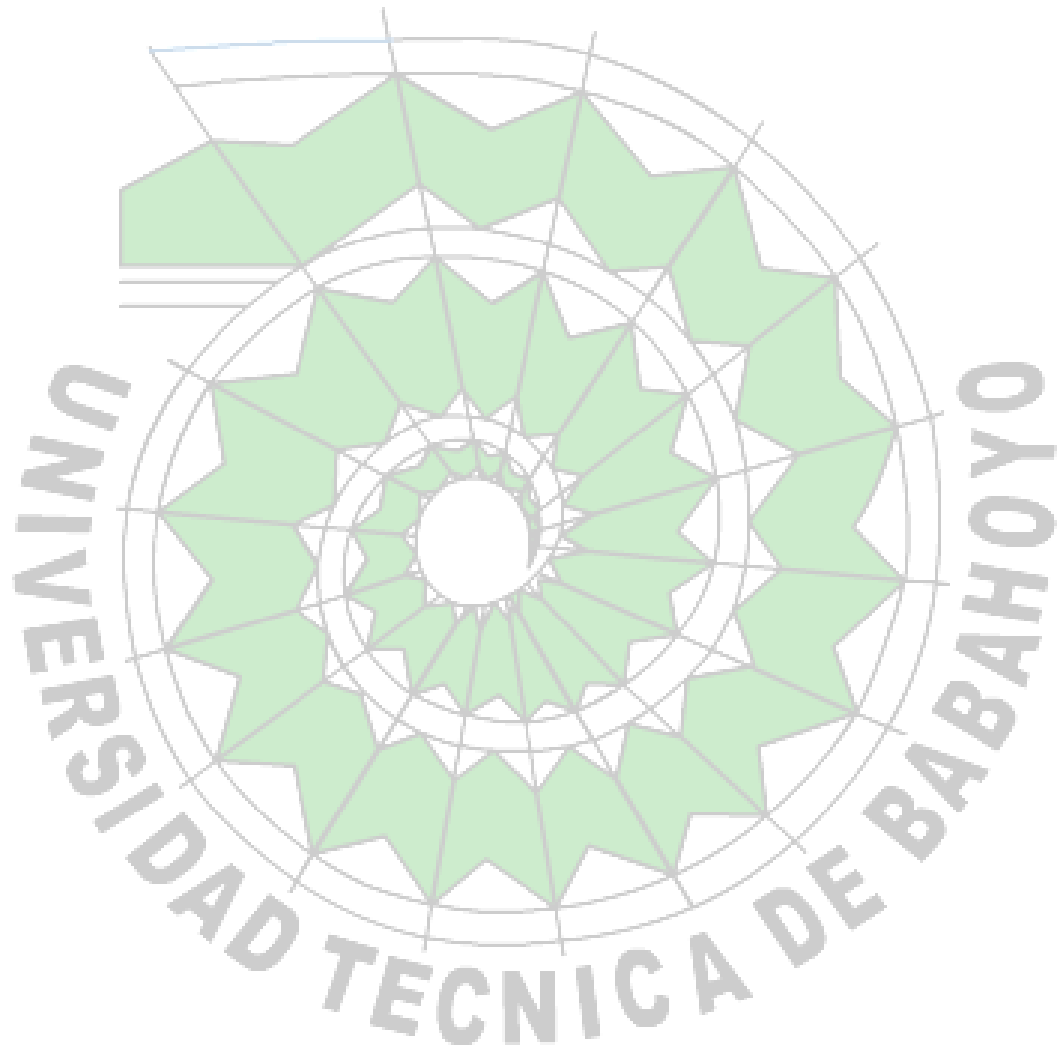
I. INTRODUCCIÓN .....	1
-----------------------	---

1.1	Objetivos.....	3
	Objetivo General.....	3
	Objetivos Específicos.....	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	Cultivo de Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	4
2.1.1	Origen.....	4
2.1.2	Clasificación taxonómica.....	4
2.1.3	Descripción Botánica.....	5
2.1.4	Requerimiento Edafoclimáticos.....	5
2.1.5	Tipos de cultivares de lechuga.....	6
2.1.6	Varietades de lechuga.....	7
2.1.7	Valor nutricional.....	8
2.2.	Materia Orgánica.....	8
2.3.	Sedimentos de la Laguna de Yahuarcocha.....	10
2.3.1.	Características Físicas y Químicas de los Sedimentos.....	10
2.3.2.	Nitrógeno, fósforo, calcio, sodio, aluminio, y hierro.....	13
2.3.3.	Materia orgánica.....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1	Ubicación y Descripción del Área Experimental.....	16
3.1.1	Localización.....	16
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	16

3.1.3	Características Climáticas y Meteorológicas .....	16
3.1.4	Clasificación ecológica .....	16
3.2	Material Genético .....	17
3.3	Factores Estudiados .....	17
3.4	Tratamientos .....	17
3.5	Métodos .....	18
3.6	Diseño Experimental .....	18
3.6.1	Análisis de varianza .....	18
3.6.2	Descripción del área experimental .....	19
3.7	Análisis funcional.....	19
3.8	Manejo Específico del Experimento.....	20
3.8.1.	Extracción del sedimento .....	20
3.8.2.	Semillero .....	20
3.8.3.	Análisis de suelo y sedimento .....	20
3.8.4.	Preparación del terreno.....	20
3.8.5.	Instalación del ensayo .....	20
3.8.7.	Trasplante .....	21
3.8.8.	Control de malezas .....	21
3.8.9.	Riego .....	21
3.8.10.	Controles fitosanitarios .....	21
3.8.11.	Cosecha .....	21

3.8.12. Post cosecha .....	22
3.9. Datos Evaluados .....	22
3.9.1. Altura de la planta .....	22
3.9.2. Diámetro de la hoja .....	22
3.9.3. Días a la cosecha .....	22
3.9.4. Rendimiento .....	23
3.9.5. Análisis Económico.....	23
IV. RESULTADOS .....	24
4.1. Altura de planta .....	24
4.2. Diámetro de la hoja.....	25
4.3. Días a la cosecha.....	27
4.4. Rendimiento.....	28
4.5. Análisis económico.....	28
V. DISCUSIÓN.....	31
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
6.1 Conclusiones.....	32
6.2 Recomendaciones .....	33
VII. RESUMEN.....	34
SUMMARY .....	36
VIII. LITERATURA CITADA .....	37
IX. ANEXOS.....	39

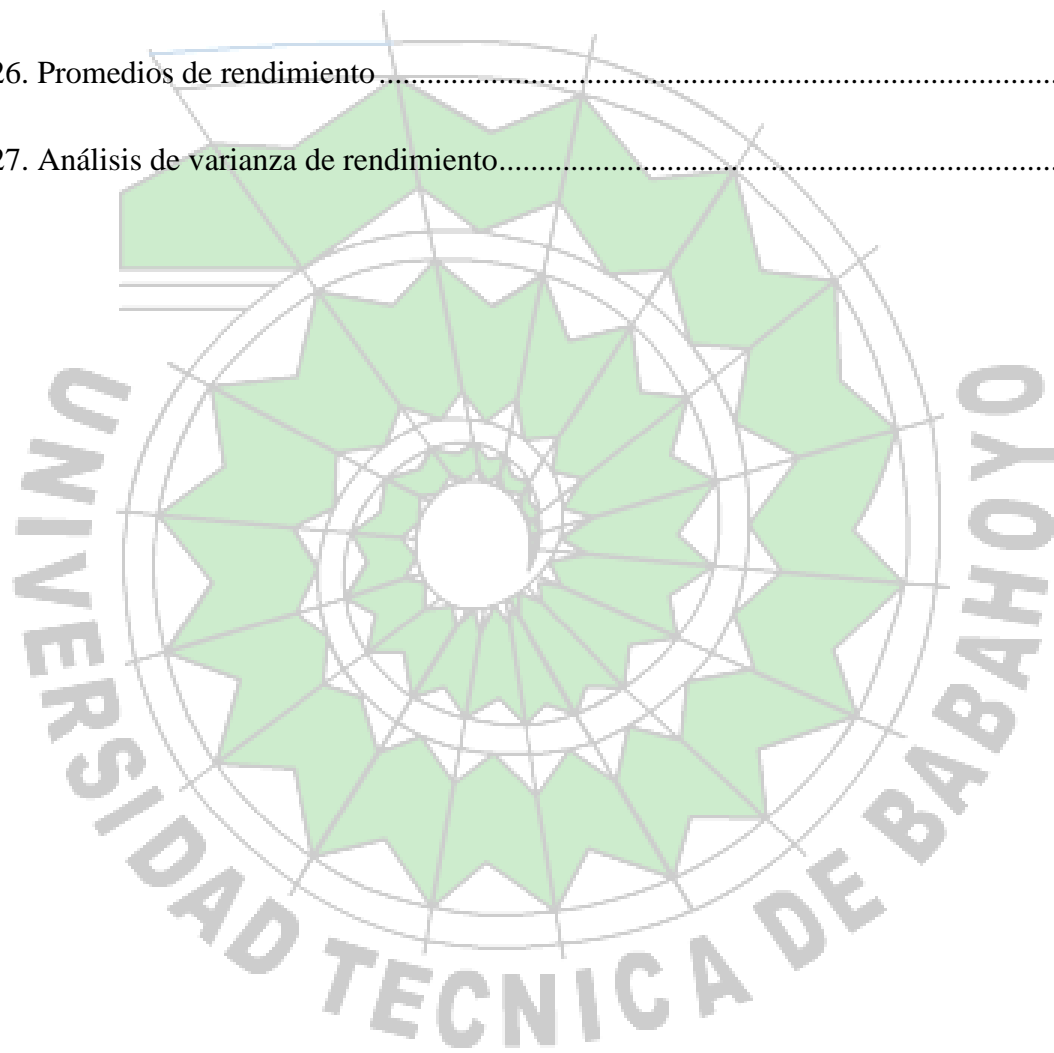




## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1 Tipos de cultivares de lechuga .....	7
Cuadro 2. Valor nutricional de la lechuga.....	8
Cuadro 3. Distribución granulométrica de los sedimentos .....	10
Cuadro 4. Criterios de clasificación de concentraciones de metales pesados en sedimentos .	11
Cuadro 5. Resultado de los análisis de laboratorio Sedimento de Yahuarcocha. ....	12
Cuadro 6. Tratamientos y subtratamientos estudiados.....	18
Cuadro 7. Análisis de Varianza ADEVA.....	19
Cuadro 8. Promedios de altura de planta a los 30 días.....	24
Cuadro 9. Promedios de altura de planta a los 60 días.....	25
Cuadro 10. Promedios de diámetro de la hoja a los 30 días.....	26
Cuadro 11. Promedios de diámetro de la hoja a los 60 días.....	26
Cuadro 12. Promedios de días a la cosecha .....	27
Cuadro 13. Promedios de rendimiento (TM/ha) .....	28
Cuadro 14. Costos fijos por hectárea .....	29
Cuadro 15. Análisis económico por hectárea.....	30
Cuadro 16. Promedios de altura de planta a los 30 días después del trasplante.....	40
Cuadro 17. Análisis de varianza de altura de planta a los 30 días después del trasplante .....	40
Cuadro 18. Promedios de altura de planta a los 60 días después del trasplante.....	41
Cuadro 19. Análisis de varianza de altura de planta a los 60 días después del trasplante .....	41
Cuadro 20. Promedios de diámetro de la hoja a los 30 días después del trasplante .....	42
Cuadro 21. Análisis de varianza de diámetro de la hoja a los 30 días después del trasplante .	42

Cuadro 22. Promedios de diámetro de la hoja a los 60 días después del trasplante .....	43
Cuadro 23. Análisis de varianza de diámetro de la hoja a los 60 días después del trasplante .	43
Cuadro 24. Promedios de días a la cosecha .....	44
Cuadro 25. Análisis de varianza de días a la cosecha .....	44
Cuadro 26. Promedios de rendimiento.....	45
Cuadro 27. Análisis de varianza de rendimiento.....	45



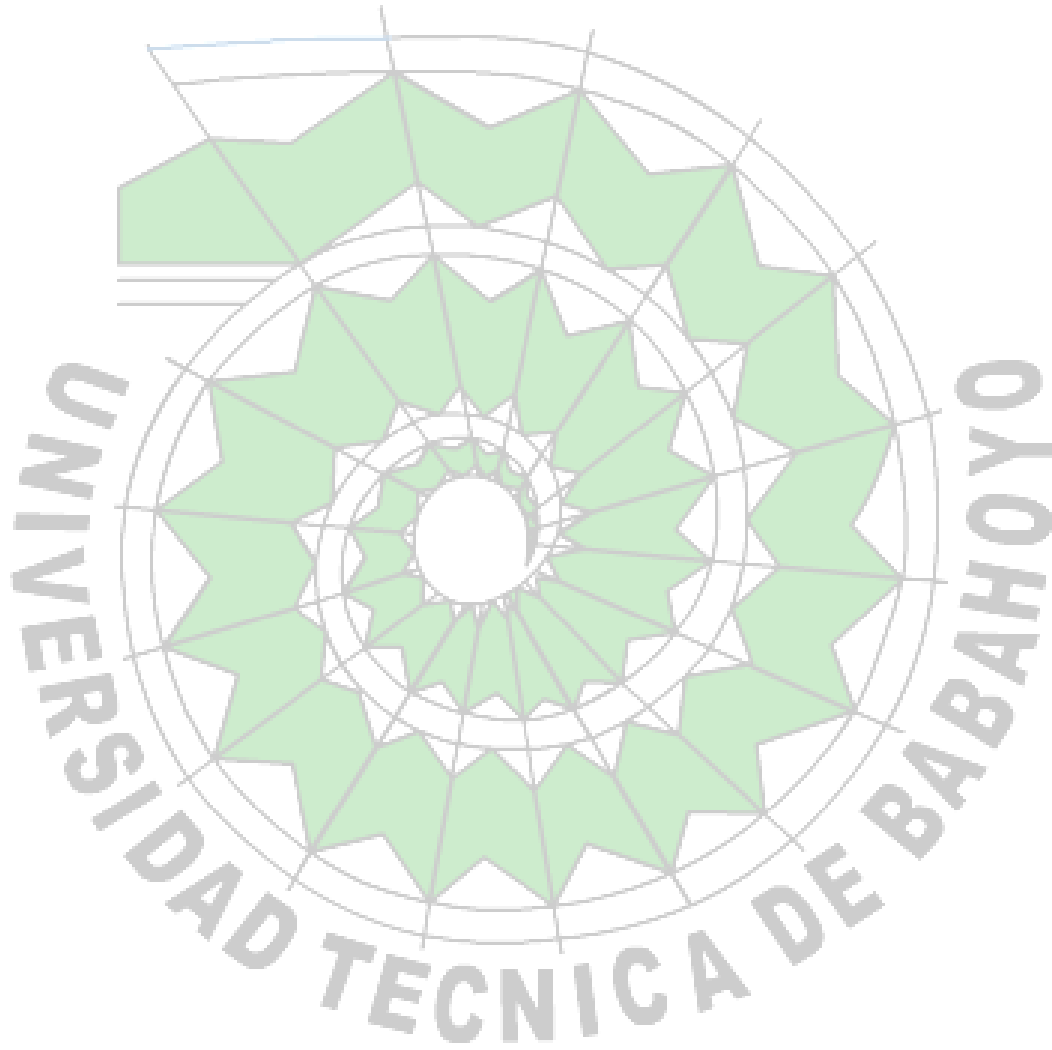
## LISTA DE ILUSTRACIONES

Fig. 1. Sedimento. UTB, 2015 .....	50
Fig. 2. Muestra de suelo. UTB, 2015.....	50
Fig. 3. Preparación del suelo UTB, 2015 .....	50
Fig. 4. Medición del lote UTB, 2015 .....	50
Fig. 5. División de parcelas. UTB, 2015.....	50
Fig.6. Camas para tratamientos UTB, 2015.....	50
Fig. 7. Recolección de sedimento, UTB, 2015 .....	51
Fig. 8. Aplicación de sedimento. UTB, 2015 .....	51
Fig. 9. Semillero Crespa Verde. UTB, 2015.....	51
Fig. 10. . Semillero Romana Verde. UTB, 2015.....	51
Fig. 11. Trasplante Crespa Verde UTB .....	51
Fig. 12. Trasplante de Romana Verde .....	51
Fig. 13. Control de malezas UTB, 2015 .....	51
Fig. 14. Visita del Director de Tesis UTB, 2015 .....	52
Fig. 15. Altura de la planta Crespa verde. UTB, 2015.....	52
Fig. 16. Altura de la planta Romana Verde. UTB, 2015 .....	52
Fig. 17. Diámetro de la hoja Crespa. UTB, 2015 .....	52
Fig. 18. Diámetro de la hoja Romana. UTB, 2015 .....	52
Fig. 19. Toma de datos Romana Verde. UTB, 2015.....	52
Fig. 20. Toma de datos Crespa Verde. UTB, 2015.....	52

Fig. 21. Romana Verde. UTB, 2015 ..... 53

Fig. 22. Cosecha de la lechuga UTB, 2015..... 53

Fig. 23. Parcela demostrativa. UTB, 2015 ..... 53



## I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una hortaliza que se consume en el mundo entero, si bien es cierto tiene su origen en zonas templadas de Europa, Asia, América del Norte, pero el cultivo se ha ido extendiendo de una manera impresionante. De acuerdo con investigaciones realizadas aparece a manera de pinturas en las tumbas egipcias lo que quiere decir que era consumida por los griegos y posteriormente por los romanos.

La lechuga pertenece a la clase Paenopsida y a la familia Asterácea, su importancia radica en el valor nutricional con el que cuenta, ya que es una fuente rica en proteínas, vitaminas y minerales, además contiene calcio y hierro; antiguamente los egipcios y romanos la consumían en gran cantidad para poder conciliar el sueño.

En el Ecuador el cultivo de lechuga ha alcanzado gran éxito a nivel nacional e internacional, ya que presenta un auge en la demanda del producto debido a la preparación de platos gourmet, lo que motiva a que más agricultores incursionen en esta importante línea productiva; las plantaciones se concentran principalmente en las provincias de Azuay, Tungurahua, Pichincha, Loja, Carchi e Imbabura; gracias a que las condiciones climáticas en estas zonas son propicias para el mencionado cultivo.

El Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca SINAGAP (2015), señala que: “en el Ecuador, la lechuga posee una superficie sembrada de 1278,00 has, de las cuales 1227,00 son cosechadas, con una producción de 9196,00 Tm. La provincia de Imbabura posee 71,0 has de superficie sembrada, con 71,0 cosechadas y producción de 668,0 Tm.”<sup>1</sup>

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIAP (2005), manifiesta que: “En América Latina como en otras partes del mundo, la agricultura orgánica es entendida en su forma más

---

➤ <sup>1</sup> SINAGAP (Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2015. Superficie de la lechuga en Ecuador. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/resultados-provinciales>

amplia que no solo incluye la restricción de insumos de síntesis química, sino también que persigue la conservación del medio ambiente, en su totalidad.”<sup>2</sup>

Entonces, el uso de abonos orgánicos es imprescindible en la actualidad, ya que permite mitigar la contaminación ambiental y es una alternativa para el desarrollo sustentable, además, a través de este ideal se anhela obtener productos naturales que se enmarquen dentro de la construcción de la sociedad del Buen vivir.

En la laguna de Yahuarcocha, ubicada en la ciudad de Ibarra, se ha venido realizando el proyecto de dragado de la laguna donde se ha extraído grandes cantidades de sedimento provenientes de la erosión hídrica de los alrededores, por los canales de riego que alimentan a la laguna y en pocas cantidades por la erosión eólica.

Según Vilatuña (2001) citado por Viana (2010) afirma, que de acuerdo a los resultados del análisis del laboratorio, los sedimentos de la Laguna de Yahuarcocha se caracterizan por contener Materia Orgánica por 11,06%MS; Nitrógeno total 9,17%MH y 20,79%MS; Fósforo (P) 0,13% MH; y Potasio (K) 0,09% MH; además, la granulometría de los sedimentos en su mayoría corresponde a la clase textural arena muy fina; y presenta concentraciones de metales que se clasifican dentro de la Clase I, con calidad apropiada para todo uso.<sup>3</sup>

Estos nutrientes permiten el establecimiento de cultivos, puesto que brindan múltiples beneficios mejorando las características físicas y químicas del suelo e incrementa la producción con un alto valor nutricional. Se puede instaurar principalmente cultivos hortícolas, ya que al tomar en cuenta la seguridad alimentaria estos productos naturales no deben faltar en la mesa del hogar, es así que se determina dar prioridad al cultivo de lechuga.

Por lo anteriormente expuesto, la presente investigación pretende realizar un ensayo aplicando tres dosis de sedimento de la Laguna Yahuarcocha en dos variedades del cultivo de lechuga, con la finalidad de mejorar el rendimiento y la calidad de producto.

---

2 Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2005). Agricultura Orgánica. Chillán, Chile: Céspedes, Cecilia.

3 Rodríguez, J., & Santana, H. (2011). Comportamiento de tres cultivares de lechuga de hoja con cinco distanciamientos de siembra.

## 1.1 Objetivos

### Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga a la aplicación de sedimentos de la Laguna Yahuarcocha.

### Objetivos Específicos

- Determinar el efecto del sedimento de Laguna de Yahuarcocha sobre el desarrollo fisiológico y productivo en dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.)
- Valorar la dosis más efectiva de sedimento de Laguna de Yahuarcocha.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

#### 2.1.1 Origen

Se han manifestado algunas versiones sobre el origen de la lechuga, Vallejo (2004) afirma lo siguiente:

La lechuga fue una de las primeras hortalizas cultivada por el hombre. Es originaria de la costa sur del Mediterráneo, habiendo sido domesticada, probablemente en Egipto. La domesticación fue hecha en la fase vegetativa y no en la reproductiva, utilizando muestras grandes, lo cual explica la gran variación existente. Presenta el fenómeno de dormancia debido posiblemente a la domesticación en fase vegetativa. Existen pinturas de lechuga en las tumbas egipcias con una antigüedad de 4500 años A.C.

Además, después del proceso de domesticación, la lechuga se dispersó rápidamente por la hoya del Mediterráneo y posteriormente a Europa Occidental. El relato más antiguo de su cultivo en América es de 1494. Los italianos llevaron especies en proceso de domesticación y seleccionaron las del tipo romano que se caracterizan por tener hojas sueltas en forma de lanza. Aquí fue tan apreciada que su nombre proviene de un italiano ilustre llamado Lactuccini.

#### 2.1.2 Clasificación taxonómica

Según INFOAGRO, (2008), citado por Rivera, (2010), expresa que la siguiente clasificación taxonómica:

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

Especie: *Lactuca sativa*

### 2.1.3 Descripción Botánica

Díaz (2002), expresa que: “la lechuga es una planta herbácea anual que posee una raíz principal de crecimiento rápido, y puede llegar a una profundidad de 60 cm. tiene hojas lisas, sin peciolo, de color verde amarillento hasta el morado, dependiendo del tipo; el tallo es pequeño y no se ramifica; la inflorescencia la constituyen de 15 a 25 flores, las cuales están ramificadas y poseen cinco estambres; las flores se autopolinizan; las semillas son largas (4mm a 5mm) y de color blanco crema, pardas y castañas.”

Alvarado & Chávez, (2001), detallan la descripción botánica de la siguiente manera:

La lechuga es una planta herbácea, anual y bianual, que cuando se encuentra en su etapa juvenil contiene en sus tejidos un jugo lechoso de látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Se reporta que las raíces principales de absorción se encuentran a una profundidad de 5 a 30 cm. La raíz principal llega a medir hasta 1.80 m por lo cual se explica su resistencia a la sequía, llega a tener hasta 80 cm de altura. Las hojas de la lechuga son lisas, sin peciolo (sésiles), arresetadas, ovales, gruesas enteras, el extremo puede ser redondo o rizado. Su color va del verde amarillo hasta el morado claro, dependiendo del tipo y el cultivar.

El tallo es pequeño y no se ramifica. En lo que se refiere a la inflorescencia, esta se constituye de grupos de 15 a 25 flores, las cuales están ramificadas y son de color amarillo. Las semillas son largas (4-5 mm), su color generalmente es blanco crema aunque también las hay pardas y castañas, el fruto de la lechuga es pequeño, seco y oblongo.

### 2.1.4 Requerimiento Edafoclimáticos

Morinigo (2008), manifiesta que los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de lechuga son los siguientes:

- La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 - 20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 -18°C por el día y 5 - 8°C

por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3 – 5 °C por la noche. Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta –6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se confunde con alguna carencia.

- El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80 %, aunque en determinados momentos agradece menos del 60 %. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre.
- Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello.

#### 2.1.5 Tipos de cultivares de lechuga

Para Ediciones culturales (*s.f*), citado por Rivera (2010), “la lechuga se agrupa dentro de las hortalizas de hojas comestibles. La forma en que crece determina su clasificación en tres tipos principales, dentro de los cuales se puede colocar todas las variedades comerciales. La lechuga de hoja suelta corresponde a la variedad botánica “crispa” y la de cabeza a la variedad capitata.”

Además, el mismo autor afirma que: “las lechugas de hoja suelta no forman repollos y sus manojos de hojas se pueden cosechar individualmente, sin arrancar la planta. La lechuga Cos o Romana tiene mercado restringido. Es muy apetecido por sus hojas crujientes y verdes en la parte exterior y blanco verdoso en la parte interior. Es de gran calidad.

Según Rubatzky y Yamagushi (1999), citados por Bernabé (2004), indican la siguientes variedades de lechuga:

Cuadro 1 Tipos de cultivares de lechuga

Tipo	Características
Repollada o de cabeza	Forman roseta rápidamente Esféricas Follaje sobremaduro se vuelve amargo Hojas rugosas, quebradizas y crespas Forman cabezas densas
De hoja suelta	Variación en el tamaño, color, textura y borde de las hojas Hojas en roseta que forman un apretado racimo
Cos o romana	Hojas alargadas, ásperas y de textura gruesa Hojas largas y relativamente angostas No forman cabeza
De tallo	Las plantas no forman cabeza Conocidas como lechugas espárrago
De tipo latino	Se asemeja a las repolladas lisas Roseta de hojas sueltas, alargadas y suaves Forman cabeza bastante cerrada

#### 2.1.6 Variedades de lechuga

De acuerdo con AGROGLOBAL S.A.,(s.f.) la lechuga crespa verde se caracteriza por: nombre botánico *Lactuca sativa*, tipo lollo bionda. Adaptación región natural Andina, subregión natural: área fría con altitud mayor a 2200 msnm. Rendimiento experimental 20 TM/ha, rendimiento comercial 18 TM/ha, ciclo de vida (días) total 86 días (30 días semillero + 56 días trasplante a cosecha).Características agronómicas: tallo aéreo, herbáceo. Hoja sécil, simple, basal borde aserrado. Tipo de crecimiento herbáceo forma de crecimiento erecto. Densidad de siembra: 156.000 pl./ha, puede sembrarla a libre exposición o bajo cubierta plástica.

Para Eroski, (s.f.), la lechuga variedad Romana verde es de tronco ancho, alargado y erguido. Sus hojas son de color verde oscuro y se agrupan de forma poco apretada alrededor de un tronco, sin formar un verdadero cogollo.

### 2.1.7 Valor nutricional

Vallejo y Estrada (2004), mencionan que el valor nutricional de la lechuga se manifiesta de la siguiente manera:

Cuadro 2. Valor nutricional de la lechuga

Composición química	Lechuga Cos y de hoja	Lechuga de cabeza o crespa	Lechuga mantecosa	Lechuga latina
Agua (%)	94,00	95,00		
Calorías (%)	10,00	16,00		
Proteínas (g)	1,3	8,9		
Grasas (g)	0,3	0,10		
Carbohidratos	3,5	2,9		
Calcio (mg)	68,00	20,00	35,00	55,00
Fósforo (mg)	25,00	22,00		
Hierro (mg)	1,40	0,50		1,50
Vitamina A (V.I)	1.900,00	300,00	970,00	5,60
Tiamina (mg)	0,50	0,60		
Riboflavina (mg)	0,08	0,06		
Niacina (mg)	0,40	0,3		
Vitamina C (mg)	18,00	6,00	8,00	13,00

### 2.2. Materia Orgánica

Gilessman (1998), describe a la materia orgánica de la siguiente manera:

En la ausencia de la intervención del hombre el contenido de materia orgánica del suelo depende especialmente del clima y de la cobertura vegetal; generalmente, se encuentra más materia orgánica bajo condiciones de climas fríos y húmedos.

La materia orgánica del suelo está compuesta por diversos componentes heterogéneos. El material viviente incluye raíces, microorganismos y fauna del suelo; el material no viviente incluye la hojarasca superficial, raíces muertas, metabolitos microbianos y sustancias

húmicas, el componente no viviente está presente en mayor proporción. La interacción entre la materia viviente y la no viviente ocurre constantemente.

Además, de acuerdo con el Instituto de Biotecnología Agrícola INBIO (*s.f.*) “la importancia de la materia orgánica, uno de los componentes sólidos del suelo, es crucial en la productividad de este recurso, de manera que su conservación y, en la medida de lo posible, su enriquecimiento son esenciales para un manejo agrícola sostenible”.

Según Sepúlveda, (2010), manifiesta que las ventajas de la Materia orgánica son:

- Contribuye a que las partículas minerales individuales del suelo formen agregados estables, mejorando así la estructura del suelo y facilitando su laboreo.
- Favorece una buena porosidad, mejorando así la aireación y la penetración del agua.
- Aumenta la capacidad de retener agua.
- Disminuye los riesgos de erosión.
- Proporciona partículas de tamaño coloidal con carga negativa, que tiene alta capacidad de retener e intercambiar cationes nutritivos.
- Actúa como agente amortiguador al disminuir la tendencia a un cambio brusco del pH del suelo cuando se aplican sustancias de reacción ácida o alcalina.
- Hace posible la formación de complejos órgano-metálicos, estabilizando así micronutrientes del suelo que de otro modo no serían aprovechables.
- Es una fuente de elementos nutritivos.

Agricultura Orgánica y Abonos Orgánicos (2010), sostiene que la materia orgánica cumple un papel de vital importancia en el mejoramiento de los suelos; pues, su presencia cumple con las siguientes funciones:

- Aporta los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, durante el proceso de descomposición.
- Activa biológicamente el suelo, ya que representa el alimento para los microorganismos.
- Mejora la estructura del suelo, favoreciendo a su vez el movimiento del agua y del aire incentivando el desarrollo del sistema radicular de las plantas.
- Los microorganismos existentes en el suelo no son solo capaces de fijar el nitrógeno

atmosférico, aumentar la capacidad extractiva de nutrientes por parte del sistema radical de las plantas, solubilizar fósforo insoluble en el suelo, sino también son productores de sustancias promotoras o inhibidoras del crecimiento vegetal y tienen en general un sin número de funciones en la micro vida del suelo, de gran interés teórico y práctico para la producción agropecuaria.

### 2.3. Sedimentos de la Laguna de Yahuarcocha

#### 2.3.1. Características Físicas y Químicas de los Sedimentos

##### a) Granulometría

Según Vilatuña (2001), citado por Viana (2010), para conocer las características de la granulometría de los sedimentos se han seleccionado tres zonas de la Laguna de Yahuarcocha:

- Zona del centro de la laguna
- Zona cercana a la orilla de la laguna,
- Zona de ingreso del agua de trasvase del río Tahuando

Dentro de las tres zonas analizadas (cuadro 1), se encuentra que la mayor cantidad de partículas presentan un diámetro de 0,063mm, que corresponde a una clasificación de arena muy fina. Dentro de las tres zonas analizadas (cuadro 1), se encuentra que la mayor cantidad de partículas presentan un diámetro de 0,063mm, que corresponde a una clasificación de arena muy fina.

Cuadro 3. Distribución granulométrica de los sedimentos

Zonas	>2 mm	1 – 2 mm	0.08 – 1 mm	0.063 – 0.08 mm	Residuo <0.0063 mm
Centro	8	18.7	5.2	65.8	2.3
Trasvase Tahuando	7.4	11.7	1.9	58.8	20.2
Orilla	2.4	10.9	4.1	82.4	0.4

Fuente: Vilatuña, 2001, citado por Viana (2010)

Partiendo de los análisis de la distribución granulométrica de los sedimentos de la Laguna de Yahuarcocha, el mismo autor los interpreta del siguiente modo:

El análisis granulométrico considera partículas superiores a 2 mm, partículas de 2 mm a 1 mm, de 1 mm a 0,08 mm, de 0,08 mm a 0,063 mm y las inferiores a 0,063. Se encontró que en las tres zonas de estudio el mayor contenido de partículas son las correspondientes a las que tienen un diámetro comprendido entre 0,08 mm y 0,063 mm. Encontrando en la zona centro de la laguna las partículas con un diámetro de 0,063 mm, corresponde a un 65,8 %, mientras que la zona de la orilla presenta un 82,4 % de partículas con un diámetro de 0,063 mm, siendo la zona del trasvase la que menor cantidad de estas partículas representa un 58,8 %.

#### b) Metales Pesados en Sedimentos

Viana (2010), en relación a los metales pesados en sedimentos menciona lo siguiente:

Las autoridades gubernamentales de Holanda han establecido una guía para evaluar la calidad de los sedimentos, en dependencia de los posibles usos de este material. El procedimiento define cuatro clases de contaminación en los sedimentos.

El material dragado de Clase I es de calidad aceptable para todo uso, la clase II y en puede ser utilizado bajo ciertas restricciones, mientras que la clase III y en mayor grado la clase IV debe ser almacenado bajo condiciones estrictamente controladas, pues representan una seria amenaza para los ecosistemas acuáticos, los suelo y la salud pública. A continuación la valoración de la concentración de metales pesados en sedimento:

Cuadro 4. Criterios de clasificación de concentraciones de metales pesados en sedimentos

Metal (mg.Kg <sup>-1</sup> )	Clase			
	I	II	III	IV
Cd	<2	2-7,5	7,5-30	>30



Cr	<480	<480	480-600	>600
Cu	<35	35-90	90-400	<400
Pb	<530	<530	530-1000	>1000
Ni	<35	35-90	90-400	>400
Zn	<480	480-1000	1000-2500	>2500

Fuente: Vilatuña, 2001, citado por Viana (2010)

Cuadro 5. Resultado de los análisis de laboratorio Sedimento de Yahuarcocha.

Parámetros	Unidad	Centro I	Tahuando Orilla	Playa orilla
Densidad	g.cm <sup>3</sup> <sup>-1</sup>	3,53	3,53	3,53
Humedad	%	79,66	35,31	33,31
M.O. FGR	%MS	17,0	4,77	4,88
Nitrógeno Total	%MH	3,90	3,67	3,78
Fósforo Total	%MH	0,092	0,122	0,062
Fósforo Total	Ppm	4523	1886	930
Potasio	%MH	0,1125	0,091	0,112
Potasio	meq.100gr <sup>-1</sup>	0,014	0,004	0,004
Sodio Total	%MH	0,266	N.A.	N.A.
Sodio Total	meq.100gr <sup>-1</sup>	0,012	-	-
Calcio Total	mg.kg <sup>-1</sup>	283,8	N.A.	N.A.
Calcio Total	meq.100gr <sup>-1</sup>	0,001	-	-
Arsénico	mg.kg <sup>-1</sup>	<0,05	<0,05	<0,05
Cadmio	mg.kg <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	mg.kg <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg.kg <sup>-1</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
Zinc	mg.kg <sup>-1</sup>	15,00	32,17	33,42
Cobre	mg.kg <sup>-1</sup>	15,28	20,82	21,37
Al	%MH	0,838	1,325	0,802
Al	meq.100gr <sup>-1</sup>	0,458	0,228	0,134
Fe	%MH	0,549	1,182	0,964

Fe	meq.100gr <sup>-1</sup>	0,142	0,096	0,076
----	-------------------------	-------	-------	-------

Fuente: Vilatuña, 2001, citado por Viana (2010)

Partiendo de los datos anteriores, Vilatuña 2001 citado por Viana, (2010) manifiesta que: “Comparando con los contenidos máximos permisibles de estos metales, en lodos usados para su aplicación sobre el suelo se aprecia que los sedimentos de Yahuarcocha, contienen concentraciones menores a las toleradas en países europeos. Se hallan en clase I; es decir, con calidad apropiada para todo uso”.

### 2.3.2. Nitrógeno, fósforo, calcio, sodio, aluminio, y hierro

Viana (2010), en relación al contenido de elementos químicos en los sedimentos de la Laguna de Yahuarcocha manifiesta: “Los análisis químicos señalan altas concentraciones de nitrógeno y fósforo; pero bajas de calcio, potasio y sodio; por lo que se debe considerar el análisis químico tanto de los sedimentos después de drenar el agua sobrante y el análisis químico de los suelos a tratar, para evitar problemas de fototoxicidad en los cultivos.”

### 2.3.3. Materia orgánica

Gilessman (1998), describe a la materia orgánica de la siguiente manera:

En la ausencia de la intervención del hombre el contenido de materia orgánica del suelo depende especialmente del clima y de la cobertura vegetal; generalmente, se encuentra más materia orgánica bajo condiciones de climas fríos y húmedos.

La materia orgánica del suelo está compuesta por diversos componentes heterogéneos. El material viviente incluye raíces, microorganismos y fauna del suelo; el material no viviente incluye la hojarasca superficial, raíces muertas, metabolitos microbianos y sustancias húmicas, el componente no viviente está presente en mayor proporción. La interacción entre la materia viviente y la no viviente ocurre constantemente.

Además, de acuerdo con el Instituto de Biotecnología Agrícola INBIO (s.f.) “la importancia de la materia orgánica, uno de los componentes sólidos del suelo, es crucial en la productividad de este recurso, de manera que su conservación y, en la medida de lo posible, su enriquecimiento son esenciales para un manejo agrícola sostenible”.

Según Sepúlveda, *et al*, (2010), manifiesta que las ventajas de la Materia orgánica son:

- Contribuye a que las partículas minerales individuales del suelo formen agregados estables, mejorando así la estructura del suelo y facilitando su laboreo.
- Favorece una buena porosidad, mejorando así la aireación y la penetración del agua.
- Aumenta la capacidad de retener agua.
- Disminuye los riesgos de erosión.
- Proporciona partículas de tamaño coloidal con carga negativa, que tiene alta capacidad de retener e intercambiar cationes nutritivos.
- Actúa como agente amortiguador al disminuir la tendencia a un cambio brusco del pH del suelo cuando se aplican sustancias de reacción ácida o alcalina.
- Hace posible la formación de complejos órgano-metálicos, estabilizando así micronutrientes del suelo que de otro modo no serían aprovechables.
- Es una fuente de elementos nutritivos.

Agricultura Orgánica y Abonos Orgánicos (2010), sostiene que la materia orgánica cumple un papel de vital importancia en el mejoramiento de los suelos; pues, su presencia cumple con las siguientes funciones:

- Aporta los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, durante el proceso de descomposición.
- Activa biológicamente el suelo, ya que representa el alimento para los microorganismos.
- Mejora la estructura del suelo, favoreciendo a su vez el movimiento del agua y del aire incentivando el desarrollo del sistema radicular de las plantas.
- Los microorganismos existentes en el suelo no son solo capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, aumentar la capacidad extractiva de nutrientes por parte del sistema radical de las plantas, solubilizar fósforo insoluble en el suelo, sino también son productores de sustancias promotoras o inhibidoras del crecimiento vegetal y tienen en general un sin número de funciones en la micro vida del suelo, de gran interés teórico y práctico para la producción agropecuaria.



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación y Descripción del Área Experimental

##### 3.1.1 Localización

La presente investigación se realizó en la localidad de San Miguel de Yahuarcocha, parroquia El Priorato, perteneciente al cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

##### 3.1.2 Ubicación Geográfica<sup>4</sup>

- Altitud: 2.227 msnm
- Latitud Norte: 00° 22' 25,11''
- Longitud Oeste: 78° 05' 55,50''

##### 3.1.3 Características Climáticas y Meteorológicas

- Temperatura media: 17,4 °C
- Precipitación media: 632 mm
- Humedad relativa: 65 %
- Heliofanía: 12 - 13 horas

##### 3.1.4 Clasificación ecológica

Según Holdrige el cantón Ibarra responde a la formación de bosque seco Montano Bajo (bs MB.)

Los suelos que presentan la comunidad de Yahuarcocha son de tres tipos, y de acuerdo con el MAGAP (2003) citado por Viana (2010), son los siguientes:

El sector Noroccidental, con suelos de tipo C3 del gran grupo Durustoll del suborden Ustoll, corresponde al orden Mollisol. El sector que corresponde a la

---

<sup>4</sup> MAGAP, Ibarra, (2014)

parte sur, la zona occidental de la laguna es de tipo C5 del gran grupo Ustorthent, que pertenece al suborden Orthent del orden Entisol.

El sector del pueblo de Yahuarcocha o zona oriental de la laguna, posee suelos de tipo H4 (habitacional de densidad alta), estos forman parte del gran grupo de los Haplustoll, los cuales pertenecen al suborden Ustoll y se encuentran en el orden de los Mollisoles.

### **3.2 Material Genético**

Para la presente investigación se utilizaron las siguientes variedades de lechuga por su alta demanda en el mercado:

- Lechuga Crespa Verde
- Lechuga Romana Verde

### **3.3 Factores Estudiados**

a) Factor A: variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

- a1. Crespa Verde
- a2. Romana Verde

b) Factor B: Dosis de sedimento de la Laguna de Yahurcocha

- b1. 6.000 kg/ha
- b2. 8.000 kg/ha
- b3. 10.000 kg/ha

### **3.4 Tratamientos**

Los tratamientos estuvieron constituidos por dos variedades de lechuga y los subtratamientos por dosis de sedimentos más un testigo absoluto, tal como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Tratamientos y subtratamientos estudiados

<b>Tratamiento</b>	<b>Variedades</b>	<b>Dosis de abono (kg/ha)</b>
T1	Crespa Verde	6.000
T2	Crespa Verde	8.000
T3	Crespa Verde	10.000
T4 (testigo)	Crespa Verde	-----
T5	Romana Verde	6.000
T6	Romana Verde	8.000
T7	Romana Verde	10.000
T8 (testigo)	Romana Verde	-----

### **3.5 Métodos**

Los métodos que se utilizó en la presente investigación son: Inductivo – Deductivo; Análisis – Síntesis y el empírico denominado experimental.

### **3.6 Diseño Experimental**

El diseño experimental que se empleó fue “Parcelas divididas”, con dos tratamientos (variedades de lechuga), cuatro subtratamientos (dosis de sedimentos más un testigo absoluto) y cuatro repeticiones.

#### **3.6.1 Análisis de varianza**

El análisis de varianza se realizó de acuerdo al siguiente esquema:

Cuadro 7. Análisis de Varianza ADEVA

Fuente de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)
Bloques	3
Tratamientos	1
Error experimental	3
Total	7
Subtratamientos	3
Interacción	3
Error experimental	20
Total	23

### 3.6.2 Descripción del área experimental

Área Total de la investigación	: 510,00 m <sup>2</sup>
Área neta de investigación	: 3 m <sup>2</sup>
Número de parcelas	: 32
Tamaño de la unidad experimental	: 7,5 m <sup>2</sup>
Forma de la parcela rectangular	: (2,5 m x 3 m)
Distancia entre surco	: 0,50 m
Distancia entre planta	: 0,25 m
Número de plantas por UE	: 60 plantas
Número de plantas por surco	: 12 plantas
Distancia entre parcela	: 2 m
Distancia entre bloques	: 1 m

### 3.7 Análisis funcional.

Para determinar la diferencia estadística entre las variedades de lechuga, interaccionadas con las diferentes dosis de sedimento se utilizó la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.



### **3.8 Manejo Específico del Experimento**

#### 3.8.1. Extracción del sedimento

La extracción del sedimento, para la recolección se solicitó la colaboración del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra para obtener sedimento orgánico y transportarlo al pueblo de Yahuarcocha, donde se realizó el ensayo.

#### 3.8.2. Semillero

Se sembró las semillas en gavetas utilizando turba, para que dichas semillas germinen se realizó riegos pasando un día hasta que los plantines tuvieron cinco hojas verdaderas, listas para llevarlas al sitio definitivo.

#### 3.8.3. Análisis de suelo y sedimento

Se procedió a tomar muestras de suelo y de sedimento con anterioridad, esto se lo hizo con la finalidad de enviar al laboratorio para realizar un análisis químico completo (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH y materia orgánica).

La toma de muestras del suelo se la realizó al azar recolectando diez submuestras que se las colocó en un recipiente para luego mezclar y sacar 1 kg de muestra de suelo, en otro recipiente se colocó 1 kg de sedimento y se envió al laboratorio LABONORT de la ciudad de Ibarra.

#### 3.8.4. Preparación del terreno

Para esta labor, se procedió a limpiar el terreno de residuos de la cosecha anterior y posteriormente se efectuó un pase de arado para mullir la tierra y dos pases de rastra con la finalidad de nivelar el suelo.

#### 3.8.5. Instalación del ensayo

Se procedió primeramente a medir el área total del ensayo, luego a dividir el área en bloques y se señalaron las respectivas unidades experimentales dentro de los bloques. Además, se procedió a realizar las camas con una altitud de 20 cm.

### 3.8.6. Aplicación de sedimento

Una vez delimitado el ensayo se añadió la dosis respectiva de sedimento para cada tratamiento, se procedió a mezclar con el suelo utilizando azadón, y para nivelarlo se utilizó un rastrillo.

### 3.8.7. Trasplante

Se lo realizó en forma manual, cuando la plántula estuvo con cinco hojas verdaderas, y se plantó a una distancia de 30 x 25 cm se lo hizo por la mañana posterior a un riego a capacidad de campo, para evitar la deshidratación por el sol.

### 3.8.8. Control de malezas

Se realizó a los 20 días después del trasplante en forma manual con pala sin afectar el sistema radicular del cultivo, y posteriormente un segundo control a los 40 días.

### 3.8.9. Riego

Se realizó dos riegos por semana al inicio del cultivo, ya que las precipitaciones en la zona fueron muy bajas, se lo hizo mediante aspersion; luego al aumentar las precipitaciones el cultivo ya no demandó de riegos.

### 3.8.10. Controles fitosanitarios

Se lo realizó a los 15 días después del trasplante con la finalidad de prevenir y controlar enfermedades. Se aplicó ABAMECTINA ingrediente activo es ABAMECTINA, para prevenir y controlar ácaros *tetranychus spp* en dosis de 905,79 ml/ha, en mezcla con DITANE ingrediente activo es MANCOZEB, se aplicó para prevenir mildiu *Bremia latucae*; y para prevenir y controlar pudrición del cuello *brotrytis spp*, en dosis: 9057,97 g/ha.

### 3.8.11. Cosecha

Se cosechó de acuerdo con la variedad, en el caso de la variedad Crespa Verde se lo hizo entre los 50 y 75 días, ya que su desarrollo fue mayor, esto se dio de acuerdo con la dosis aplicada en cada tratamiento. En el caso de la Lechuga variedad Romana Verde se la cosechó entre los 65 a 75 días después del trasplante y cuando alcanzaron su madurez fisiológica.

#### 3.8.12. Post cosecha

Una vez cosechada la lechuga, se colocó en gavetas, se eliminó hojas en mal estado y se procedió a la venta.

### **3.9. Datos Evaluados**

La evaluación se realizó en diez plantas de cada tratamiento, mismas que fueron tomadas al azar, sin tomar en cuenta las plantas ubicadas a los bordes, dichas plantas fueron señaladas con la ubicación de banderillas para su respectiva identificación.

#### 3.9.1. Altura de la planta

Se midió utilizando una regla graduada, desde la base de la hoja hasta la parte apical, esto se lo hizo en las dos variedades de lechuga a los 30 y 60 días después del trasplante.

#### 3.9.2. Diámetro de la hoja

Conjuntamente con la altura se midió el diámetro, se utilizó una regla graduada y se lo hizo desde el borde izquierdo hasta el borde derecho, tomando en cuenta la parte ecuatorial de la misma.

#### 3.9.3. Días a la cosecha

La cosecha se realizó desde los 50 hasta los 75 días después de la siembra, tomando en cuenta la madurez fisiológica de la planta que consiste en el tamaño comercial de las hojas, así como color, firmeza y textura, característicos de los cultivares de lechuga de hoja.

#### 3.9.4. Rendimiento

Una vez realizada la cosecha de la lechuga de hoja y con ayuda de una balanza de reloj, se procedió a registrar el peso de lechuga tomando en cuenta las plantas que poseían hojas de carácter comercial, es decir, que tenían uniformidad, vigor, color, forma y solidez, que fueron expresados en kg/parcela, y luego fueron transformados a kg/ha y posteriormente se realizó el cálculo del rendimiento.

#### 3.9.5. Análisis Económico

Se desarrolló en base al rendimiento del peso de la hortaliza medido en kg/ha y la relación beneficio costo, tomando en cuenta la preparación del suelo, costo del sedimento, adición del sedimento, formación de camas, entre otros, de acuerdo a cada tratamiento.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

Los promedios de altura de planta a los 30 y 60 días después del trasplante, se registran en los Cuadros 8 y 9, en ambas variables el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para tratamientos (variedades de lechuga) y subtratamientos (dosis de sedimento), cuyos promedios generales son 12,6 y 19,2 cm y los coeficiente de variación 4,3 y 2,6 %, respectivamente.

En tratamientos, la mayor altura de planta después del trasplante (30 días) la alcanzó la variedad Crespa Verde con 13,7 cm, superior estadísticamente a la variedad Romana verde con 11,4 cm. En subtratamientos, la dosis de sedimento de 10000 kg/ha obtuvo la mayor altura de planta con 15,3 cm, superior estadísticamente a los demás subtratamientos, consiguiendo el menor valor el testigo sin aplicación de sedimento con 9,3 cm.

En altura de planta a los 60 días después del trasplante, la variedad de lechuga Crespa Verde sobresalió con 20,0 cm, estadísticamente superior a la variedad Romana verde con 18,4 cm, esto en tratamientos. En sub-tratamientos, la dosis de sedimento de 10000 kg/ha presentó la mayor altura de planta con 23,0 cm, siendo estadísticamente superior a los demás sub-tratamientos, reportando el testigo sin aplicación de sedimento el menor valor con 15,8 cm.

Cuadro 8. Promedios de altura de planta a los 30 días, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Subtratamientos Dosis de sedimento (kg/ha)	Tratamiento Variedades de lechuga		X** (cm)
	Crespa Verde (cm)	Romana Verde (cm)	
6000	13,0	11,7	12,4 c
8000	15,1	11,6	13,4 b
10000	17,3	13,3	15,3 a
0	9,6	9,0	9,3 d
X**	13,7 a	11,4 b	12,6

C.V. = 4,3 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

\*\* : altamente significativo

Cuadro 9. Promedios de altura de planta a los 60 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Subtratamientos Dosis de sedimento (kg/ha)	Tratamiento Variedades de lechuga		X** (cm)
	Crespa Verde (cm)	Romana Verde (cm)	
6000	18,8	17,0	17,9 c
8000	21,3	19,0	20,2 b
10000	24,1	22,0	23,0 a
0	15,8	15,9	15,8 d
X**	20,0 a	18,4 b	19,2
C.V. = 2,60 %			

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

\*\* : altamente significativo

#### 4.2. Diámetro de la hoja

En los cuadros 10 y 11, se observan los valores de diámetro de la hoja, donde el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para tratamientos y subtratamientos a los 30 y 60 días después del trasplante.

A los 30 días después del trasplante, en tratamientos, la variedad de lechuga Crespa Verde presentó mayor diámetro de la hoja (15,7 cm), superior estadísticamente a la variedad Romana verde (8,5 cm). En subtratamientos, predominó la dosis de sedimento de 10000

kg/ha (15,3 cm), estadísticamente superior al resto de subtratamientos. El menor valor fue para el testigo sin aplicación de sedimento con un valor de 8,8 cm.

A los 60 días después del trasplante, en cuanto a tratamientos, el mayor diámetro de hoja (22,7 cm) fue para la variedad de lechuga Crespa Verde, estadísticamente superior a la variedad Romana verde (12,8 cm). En subtratamientos, la aplicación de 10000 kg/ha de sedimento reportó el mayor diámetro de la hoja (21,1 cm), estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentando el menor diámetro el testigo sin aplicación de sedimento (14,0 cm).

Cuadro 10. Promedios de diámetro de la hoja a los 30 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Subtratamientos Dosis de sedimento (kg/ha)	Tratamiento Variedades de lechuga		X** (cm)
	Crespa Verde (cm)	Romana Verde (cm)	
6000	13,9	7,6	10,7 c
8000	17,6	9,4	13,5 b
10000	19,6	11,0	15,3 a
0	11,6	5,9	8,8 d
X**	15,7 a	8,5 b	12,1
C.V.= 5,33			

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

\*\*: altamente significativo

Cuadro 11. Promedios de diámetro de la hoja a los 60 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Subtratamientos Dosis de sedimento (kg/ha)	Tratamiento Variedades de lechuga		X** (cm)
	Crespa Verde (cm)	Romana Verde (cm)	
6000	22,1	11,9	17,0 c
8000	24,0	13,8	18,9 b
10000	26,8	15,4	21,1 a
0	17,9	10,2	14,0 d

X**	22,7 a	12,8 b	17,7
C.V. = 3,31%			

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

\*\* : altamente significativo

### 4.3. Días a la cosecha

En la variable días a la cosecha, la variedad de lechuga Romana Verde estuvo apta para cosecharse a los 66,3 días, mientras que la variedad Crespa Verde, a los 60,3 días después del trasplante. En subtratamientos, el testigo sin aplicación de sedimento se cosechó a los 75 días después del trasplante, a diferencia del subtratamiento que se aplicó 10000 kg/ha que se cosechó en menor tiempo, a los 55 días después del trasplante.

El análisis de varianza no reportó diferencias significativas en tratamientos y subtratamientos, el promedio general fue 63,3 días después del trasplante y el coeficiente de variación 0,0 %, como se indica en el cuadro 12.

Cuadro 12. Promedios de días a la cosecha, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Subtratamientos Dosis de sedimento (kg/ha)	Tratamiento Variedades de lechuga		X <sup>ns</sup> (ddt)
	Crespa Verde (ddt)	Romana Verde (ddt)	
6000	58,0	65,0	61,5
8000	58,0	65,0	61,5
10000	50,0	60,0	55,0
0	75,0	75,0	75,0
X <sup>ns</sup>	60,3	66,3	63,3
C.V. = 0,0			

ns = no significativo



#### 4.4. Rendimiento

Para los tratamientos, el mayor rendimiento lo alcanzó la variedad de lechuga Crespa Verde con 40,8 TM/ha, estadísticamente superior a la variedad Romana Verde con 32,3 TM/ha. En subtratamientos, la aplicación de 10000 kg/ha de sedimento obtuvo el mayor rendimiento con 57,2 TM/ha, estadísticamente superior a los demás subtratamientos, siendo el testigo sin aplicación de sedimento el de menor rendimiento con 20,5 t/ha.

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para tratamientos y subtratamientos. El promedio general fue 36,5 TM/ha con un coeficiente de variación de 5,67 % (Cuadro 13).

Cuadro 13. Promedios de rendimiento (TM/ha) , en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Subtratamientos Dosis de sedimento (kg/ha)	Tratamiento Variedades de lechuga		X** (TM)
	Crespa Verde (TM)	Romana Verde (TM)	
6000	31,4	29,9	30,6 c
8000	40,9	34,4	37,6 b
10000	68,5	46,0	57,2 a
0	22,3	18,8	20,5 d
X**	40,8 a	32,3 b	36,5
C.V.= 5,67%			

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

\*\* : altamente significativo

#### 4.5. Análisis económico

En los Cuadros 14 y 15, se observó que todos los tratamientos obtuvieron rentabilidad, sin

embargo hay que destacar el elevado valor de los costos fijos (1961,00 USD/ha).

El mayor beneficio neto se consiguió con la siembra de la variedad de lechuga Red Salad, aplicando 10000 kg/ha de sedimento de la Laguna de Yahuarcocha (7625,00 USD/ha).

Cuadro 14. Costos fijos por hectárea, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Valor Total
Alquiler de terreno	ha	1	400,00	400,00
Análisis de Suelo	u	1	15,00	15,00
Análisis de sedimento	u	1	15,00	15,00
Compra de materiales	u	1	600,00	600,00
Transportes	fletes	6	15,00	90,00
Preparación de suelo				
Rastra	u	3	15,00	45,00
Siembra manual	jornales	12	17,00	204,00
Resiembra	jornales	6	17,00	102,00
Control de malezas				
Control de malezas manual	jornales	6	17,00	102,00
Abono foliar				
Humita 40	L	9	18,00	162,00
Aplicaciones	jornales	4	17,00	68,00
Control fitosanitario				
Abamectina (900 cc)	L	1	30,00	30,00
Dithane	Kg	1	26,00	26,00
Aplicaciones	jornales	2	17,00	34,00
Cosecha	jornales	4	17,00	68,00
Administración (5%)				98,05
Total Costo Fijo				1961,00

Cuadro 15. Análisis económico por hectárea, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Tratamientos	Subtratamientos	Rend. Tm/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
				Fijos (USD)	Variables		Total		
Variedades de lechuga	Dosis de sedimento (kg/ha)				Semilla	Sedimento		Aplicación (J)	
Crespa Verde	6000	31,4	6280,00	1961,00	12,0	2400,0	102,00	4475,00	1805,00
Crespa Verde	8000	40,9	8180,00	1961,00	12,0	3200,0	102,00	5275,00	2905,00
Crespa Verde	10000	68,5	13700,00	1961,00	12,0	4000,0	102,00	6075,00	7625,00
Crespa Verde (Testigo absoluto)	0	22,3	4460,00	1961,00	12,0	0,0	0,00	1973,00	2487,00
Romana Verde	6000	29,9	5980,00	1961,00	12,0	2400,0	102,00	4475,00	1505,00
Romana Verde	8000	34,4	6880,00	1961,00	12,0	3200,0	102,00	5275,00	1605,00
Romana Verde	10000	46	9200,00	1961,00	12,0	4000,0	102,00	6075,00	3125,00
Romana Verde (Testigo absoluto)	0	18,8	3760,00	1961,00	12,0	0,0	0,00	1973,00	1787,00

Semilla de Crespa Verde = 12,00 USD  
 Semilla de Romana Verde = 12,00 USD  
 Sedimento = 0,40 USD/kg

Jornal = 17,00 USD  
 Venta de lechuga 0,20 USD/kg

## V. DISCUSIÓN

Las variedades de lechuga Crespa Verde y Romana Verde se adaptaron favorablemente a la localidad de San Miguel de Yahuarcocha, lugar donde se realizó el trabajo de investigación lo que se debe a los requerimientos edafoclimáticos del cultivo, ya que Morinigo (2008), informa que la temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20 °C. La localidad donde se realizó el trabajo presenta 17,4 °C, ya que este cultivo no soporta las temperaturas elevadas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta -6 °C.

La variedad de lechuga Crespa Verde obtuvo buenos resultados acorde a su variedad, en las características agronómicas de altura de planta, diámetro de la hoja y días a la cosecha, ya que Semillas (2015), indica que la variedad Crespa Verde, es un tipo de lechuga cuya planta adulta forma hojas crespas suculentas de rápido crecimiento, con una madurez entre 38 - 40 días, pero en la investigación se logró la cosecha a los 60,3 días.

El mayor rendimiento se obtuvo aplicando sedimentos provenientes de la Laguna de Yahuarcocha, con dosis de 10000 kg/ha ya que estos suelos son negros, de textura limosos limo – arenosos, derivados de materiales piroplásticos de origen volcánico, con menos de 3 % de arcilla, con presencia de arena muy fina, de textura pseudo limosa con gran capacidad de retención de agua, saturación de bases < 50 %, Vilatuña citado por Viana (2007), indicándose además que poseen excelente contenido de materia orgánica, cuyas ventajas son contribuir a que las partículas minerales individuales del suelo formen agregados estables, mejorando así la estructura del suelo y facilitando su laboreo; favorecen una buena porosidad, mejorando así la aireación y la penetración del agua; aumenta la capacidad de retener agua, disminuye los riesgos de erosión, siendo una fuente de elementos nutritivos (Sepúlveda, *et al*, 2010).

Se consideran a los suelos de la Laguna de Yahuarcocha óptimos para la siembra de cultivos, debido a que Vilatuña (2001), expresa que estudios efectuados sobre la calidad de los sedimentos, en esta laguna lo catalogaron en clase I, es decir, apropiados para todo uso, ya que los contenidos máximos permisibles de metales, usados para su aplicación sobre el suelo, contienen concentraciones menores a las toleradas en países europeos.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Por los resultados detallados en la presente investigación se concluye:

- Las variedades del cultivo de lechuga Crespa Verde y Romana Verde alcanzaron excelentes resultados interaccionados con la aplicación de varias dosis de sedimentos provenientes de la Laguna de Yahuarcocha.
- La mayor altura de planta y diámetro de la hoja evaluada a los 30 y 60 días después del trasplante, lo obtuvo la variedad de lechuga Crespa Verde, aplicando 10000 kg/ha de sedimento.
- La variedad Crespa Verde con aplicación de sedimentos de 10000 kg/ha registró menor tiempo (60,3 días) a la cosecha.
- La variedad Crespa Verde, sometida a la aplicación de 10000 kg/ha de sedimento, alcanzó mayor rendimiento (68,5 TM/ha) y beneficio neto (7625,00 USD/ha).
- La mejor dosis que se determinó en la investigación corresponde a 10000 kg/ha de sedimento de la laguna, esta dosis dio los mejores resultados en las variedades de lechuga, principalmente en la Crespa Verde.

## 6.2 Recomendaciones

Por lo expuesto se recomienda:

- Sembrar en la zona de estudio la variedad de lechuga Crespa Verde, sometida a la aplicación de 10000 kg/ha de sedimento proveniente de la Laguna de Yahuarcocha.
- Evaluar diferentes dosis de sedimento proveniente de la Laguna de Yahuarcocha, en varios cultivos de la Región Interandina. Especialmente dosis mayores a los 10000 kg/ha, al parecer estos sedimentos funcionan a mayores cantidades aplicadas.
- Identificar otras propiedades del sedimento de la Laguna de Yahuarcocha para efectuar posteriores investigaciones en el sector agrícola.

## VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la localidad de San Miguel de Yahuarcocha, parroquia El Priorato, perteneciente al cantón Ibarra, provincia de Imbabura, ubicada a una altitud de 2227 msnm, Latitud Norte 00° 22' 25.11'' y Longitud Oeste 78° 05' 55.50''. Posee una temperatura media de 17,4 °C, precipitación media 632 mm, humedad relativa 65 % y Heliofanía de 12-13 horas. Según Holdrige, el cantón Ibarra responde a la formación de bosque seco Montano Bajo bs-MB.

Como material de siembra se utilizaron las variedades de lechuga Crespa Verde y Romana Verde, cuyos objetivos planteados fueron determinar el efecto del sedimento de Laguna de Yahuarcocha sobre el desarrollo fisiológico y productivo en dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.); valorar las dosis más efectivas de sedimento y evaluar económicamente los resultados. Los tratamientos y subtratamientos estuvieron constituidos por las variedades de lechuga y dosis de sedimentos (6000; 8000 y 10000 kg/ha) más un testigo absoluto, cuyo diseño experimental empleado fue "Parcelas divididas", con dos tratamientos, cuatro subtratamientos y cuatro repeticiones, determinando la diferencia estadística con la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

El manejo del experimento se inició con la extracción del sedimento proveniente de la Laguna de Yahuarcocha, previa autorización del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra, posteriormente se efectuaron las labores de semillero, análisis de suelo y de sedimento, descripción del área experimental, preparación del terreno, instalación del ensayo, elaboración de la mezcla, trasplante, fertilización, aporques, control de malezas, riego, controles fitosanitarios, cosecha y post cosecha. Para determinar en forma correcta los resultados, se evaluó la altura de la planta a los 30 y 60 días después del trasplante, diámetro de la hoja a los 30 y 60 días, días a la cosecha, rendimiento y análisis económico.

De acuerdo a los resultados se concluyó que las variedades del cultivo de lechuga, Crespa Verde y Romana Verde, alcanzaron excelentes resultados interaccionados con la aplicación de varias dosis de sedimentos provenientes de la Laguna de Yahuarcocha; la mayor altura

de planta y diámetro de la hoja a los 30 y 60 días después del trasplante, lo obtuvo la variedad de lechuga Crespa Verde, aplicando 10000 kg/ha de sedimento; la variedad Romana Verde sin aplicación de sedimentos se cosechó en mayor tiempo y la variedad Crespa Verde, sometida a la aplicación de 10000 kg/ha de sedimento, alcanzó mayor rendimiento (68,5 TM/ha) y beneficio neto (7625,00 USD/ha).



## SUMMARY

This research was conducted in the town of San Miguel de Yahuarcocha, El Priorato parish, belongs to the Ibarra canton, Imbabura province, located at an altitude of 2227 meters, North Latitude  $00^{\circ} 22' 25,11''$  west longitude and  $78^{\circ} 05' 55,50''$ . It has an average temperature of  $17.4^{\circ}\text{C}$ ; 632 mm rainfall, relative humidity 65 % and 12-13 Heliophany hours. According to Holdridge, the Ibarra canton responds to the formation of dry forest Mount Under df-MU.

As seed material using varieties of lettuce Crespa Verde and Romana Verde, whose objectives were to determine the effect of sediment in the Yahuarcocha Lagoon on the physiological and productive development in two varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) were used; evaluate the most effective dose of sediment and economically evaluate the results. Treatments and sub treatments were constituted by the varieties of lettuce and dose of sediments (6000, 8000 and 10000 kg/ha) plus an absolute control, the experimental design was "parcel divided" with two treatments, four subtratamientos and four replications, determining the statistical difference Duncan test at 5% probability.

Management experiment began with the removal of sediment from Yahuarcocha lagoon prior authorization of the Decentralized Autonomous Government of San Miguel de Ibarra, then the work seedlings, soil analysis and sediment, description of the experimental area were made, site preparation, installation, testing, processing the mixture, transplanting, fertilizing, hilling, weed control, irrigation, phytosanitary control, harvesting and post harvest. To correctly determine the results, the plant height at 30 and 60 days after transplantation, leaf diameter at 30 and 60 days, days to harvest, yield and economic analysis was evaluated.

According to the results it was concluded that the lettuce crop varieties, Crespa Verde and Romana Verde, achieved excellent results interacted with the application of various doses of sediments from Laguna Yahuarcocha; greater plant height and diameter of the leaf at 30 and 60 days after transplantation, obtained the variety Crespa Verde lettuce, applying 10000 kg/ha of sediment; Romana Verde without application variety harvested in sediment

longer and the variety Crespa Verde, subject to the application of 10000 kg/ha of sediment reached highest yield (68.5 TM/ha) and net profit (7,625.00 USD/ha)

## VIII. LITERATURA CITADA

- AGROGLOBAL S.A. (s.f.). *POVOA Lechuga Crespa Verde AGRO - GLOBAL*. Obtenido de [http://www.agroglobal.com.co/nueva/pagina.php?p\\_a=1](http://www.agroglobal.com.co/nueva/pagina.php?p_a=1)
- Alvarado, D., & Chávez, F. (2001). *Universidad del Pacífico*. Obtenido de Lechuga Hidropónica: <http://www.up.edu.pe/>
- Agricultura Orgánica y Abonos Líquidos. 2010. Importancia de la Materia Orgánica. Disponible en [www.raaa.org/biol.html](http://www.raaa.org/biol.html).
- Díaz, E. 2002. Manual Agropecuario. Quebecor World, Bogotá, S.A. Bogotá, Co. P 669 – 724
- Eroski. (s.f.). Hortalizas y verduras. Disponible en <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/lechuga/intro.php>
- Gliessman, S. 1998. Agroecología, Procesos ecológicos en agricultura sustentable. Turrialba, Costa Rica. P 111
- INBIO (Instituto de Biotecnología Agrícola) s.f. Tierra y conocimiento. Un recorrido por la agricultura y su gente en Paraguay. Disponible en [http://tierra\\_y\\_conocimiento.inbio.org.py/siembra\\_directa.html](http://tierra_y_conocimiento.inbio.org.py/siembra_directa.html)
- Morinigo, A. 2008. Carencia Nutricional, La Lechuga. Disponible <http://www.monografias.com/trabajos82/carencia-nutricional-lechuga/carencia-nutricional-lechuga2.shtml>
- Revista Líderes. (julio de 2012). *Seis variedades de lechuga acompañan las ensaldas*. Obtenido de Seis variedades de lechuga acompañan las ensaldas: <http://www.revistalideres.ec>

- Rivera, V. 2010. *Efecto de la aplicación de dos fuentes de hierro en dos cultivares de lechuga*. Obtenido de Efecto de la aplicación de dos fuentes de hierro en dos cultivares de lechuga: <https://www.books.google.com.ec>
  
- Sepúlveda, F., Tapia, F. y Ardiles, S. 2010. Beneficios de la Materia Orgánica en los Suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Informativo INIA – URURI. ARICA, Chile. P. 1- 2
  
- Semillas 2015. Lechuga Red Salad Bowl. Disponible en <http://semillas.cl/node/37>
  
- SINAGAP (Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2015. Superficie de la lechuga en Ecuador. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/resultados-provinciales>
  
- Vallejo, F., & Estrada, E. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. P 316
  
- Viana, J. 2007. Efecto de seis niveles de Sedimento Extraído de la Laguna de “Yahuarcocha” en el rendimiento de cultivo de Fresa (*Fragaria spp*). Tesis de Grado de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecu. P 35 – 36.
  
- Vilatuña, H, 2001. “Levantamiento baltimetrico de la laguna de Yahuarcocha”. Ibarra, Ecuador.

## **IX. ANEXOS**

Cuadro 16. Promedios de altura de planta a los 30 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Tratamientos	Subtratamientos	Repeticiones				Prom.
Variedades de Lechuga	Dosis de sedimento (Kg/ha)	I	II	III	IV	
Crespa Verde	6000	13,0	12,5	13,2	13,2	13,0
Crespa Verde	8000	15,4	15,2	14,9	15,1	15,1
Crespa Verde	10000	17,2	16,6	17,3	18,0	17,3
Crespa Verde (Testigo Absoluto)	0	10,0	9,1	9,4	9,9	9,6
Romana Verde	6000	10,1	12,0	13,0	11,9	11,7
Romana Verde	8000	11,0	11,4	12,0	12,1	11,6
Romana Verde	10000	13,1	13,6	13,0	13,5	13,3
Romana Verde (Testigo Absoluto)	0	9,3	9,0	8,8	9,1	9,0

Cuadro 17. Análisis de varianza de altura de planta a los 30 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab 0,05 – 0,01
Rep	1,11	3	0,37	1,44	
Trat.	43,57	1	43,57	169,81**	10,13-34,12
Error Exp.	1,61	3	0,54	2,10	
Subtrat.	148,62	3	49,54	193,07**	3,16-5,09
Interacción	16,78	3	5,59	21,80	
Error Exp.	4,62	18	0,26		
Total	<u>216,31</u>	<u>31</u>			

Cuadro 18. Promedios de altura de planta a los 60 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Tratamientos	Subtratamientos	Repeticiones				Prom.
Variedades de Lechuga	Dosis de sedimento (Kg/ha)	I	II	III	IV	
Crespa Verde	6000	18,2	18,6	19,1	19,3	18,8
Crespa Verde	8000	21,1	22,5	20,6	21,1	21,3
Crespa Verde	10000	24,2	23,8	23,8	24,6	24,1
Crespa Verde (Testigo Absoluto)	0	16,3	15,6	15,3	15,9	15,8
Romana Verde	6000	17,1	17,0	16,8	17,2	17,0
Romana Verde	8000	19,0	18,6	19,1	19,3	19,0
Romana Verde	10000	21,3	22,0	22,1	22,5	22,0
Romana Verde (Testigo Absoluto)	0	15,9	16,3	15,6	15,6	15,9

Cuadro 19. Análisis de varianza de altura de planta a los 60 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab 0,05 – 0,01
Rep	0,68	3	0,23	0,91	
Trat.	19,22	1	19,22	76,99**	10,13-34,12
Error Exp.	0,17	3	0,06	0,22	
Subtrat.	229,14	3	76,38	305,95**	3,16-5,09
Interacción	7,49	3	2,50	10,00	
Error Exp.	4,49	18	0,25		
Total	<u>261,20</u>	<u>31</u>			

Cuadro 20. Promedios de diámetro de la hoja a los 30 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Tratamientos	Subtratamientos	Repeticiones				Prom.
Variedades de Lechuga	Dosis de sedimento (Kg/ha)	I	II	III	IV	
Crespa Verde	6000	13,2	13,6	14,9	13,9	13,9
Crespa Verde	8000	17,4	18,3	17,0	17,8	17,6
Crespa Verde	10000	19,4	18,4	20,1	20,5	19,6
Crespa Verde (Testigo Absoluto)	0	11,3	12,4	10,9	11,8	11,6
Romana Verde	6000	7,2	7,9	8,2	7,3	7,6
Romana Verde	8000	8,7	9,6	9,4	10,0	9,4
Romana Verde	10000	10,3	11,6	10,8	11,2	11,0
Romana Verde (Testigo Absoluto)	0	6,3	5,5	6,0	6,0	5,9

Cuadro 21. Análisis de varianza de diámetro de la hoja a los 30 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab 0,05 – 0,01
Rep	1,65	3	0,55	1,33	
Trat.	411,77	1	411,77	996,34**	10,13-34,12
Error Exp.	0,13	3	0,04	0,10	
Subtrat.	200,77	3	66,92	161,93**	3,16-5,09
Interacción	12,86	3	4,29	10,37	
Error Exp.	7,44	18	0,41		
Total	<u>634,62</u>	<u>31</u>			

Cuadro 22. Promedios de diámetro de la hoja a los 60 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Tratamientos	Subtratamientos	Repeticiones				Prom.
Variedades de Lechuga	Dosis de sedimento (Kg/ha)	I	II	III	IV	
Crespa Verde	6000	21,6	22,2	22,0	22,5	22,1
Crespa Verde	8000	24,6	23,7	23,9	24,1	24,0
Crespa Verde	10000	27,4	25,7	26,6	27,4	26,8
Crespa Verde (Testigo Absoluto)	0	18,4	18,0	18,3	16,8	17,9
Romana Verde	6000	11,3	12,1	12,0	12,2	11,9
Romana Verde	8000	13,3	13,9	14,0	14,1	13,8
Romana Verde	10000	15,9	15,0	14,7	15,8	15,4
Romana Verde (Testigo Absoluto)	0	11,0	10,0	10,1	9,8	10,2

Cuadro 23. Análisis de varianza de diámetro de la hoja a los 60 días después del trasplante, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab 0,05 – 0,01
Rep	0,64	3	0,21	0,62	
Trat.	780,52	1	780,52	2263,06**	10,13-34,12
Error Exp.	0,29	3	0,10	0,28	
Subtrat.	214,36	3	71,45	207,17**	3,16-5,09
Interacción	14,76	3	4,92	14,27	
Error Exp.	6,21	18	0,34		
Total	<u>1016,78</u>	<u>31</u>			



Cuadro 24. Promedios de días a la cosecha, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Tratamientos	Subtratamientos	Repeticiones				Prom.
Variedades de Lechuga	Dosis de sedimento (Kg/ha)	I	II	III	IV	
Crespa Verde	6000	58	58	58	58	58,0
Crespa Verde	8000	58	58	58	58	58,0
Crespa Verde	10000	50	50	50	50	50,0
Crespa Verde (Testigo Absoluto)	0	75	75	75	75	75,0
Romana Verde	6000	65	65	65	65	65,0
Romana Verde	8000	65	65	65	65	65,0
Romana Verde	10000	60	60	60	60	60,0
Romana Verde (Testigo Absoluto)	0	75	75	75	75	75,0

Cuadro 25. Análisis de varianza de días a la cosecha, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab 0,05 – 0,01
Rep	0,00	3	0,00	0,00	
Trat.	288,00	1	288,00	0,00 <sup>ns</sup>	10,13-34,12
Error Exp.	0,00	3	0,00	0,00	
Subtrat.	1698,00	3	566,00	0,00 <sup>ns</sup>	3,16-5,09
Interacción	108,00	3	36,00	0,00	
Error Exp.	0,00	18	0,00		
Total	<u>2094,00</u>	<u>31</u>			

Cuadro 26. Promedios de rendimiento, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

Tratamientos	Subtratamientos	Repeticiones				Prom.
Variedades de Lechuga	Dosis de sedimento (Kg/ha)	I	II	III	IV	
Crespa Verde	6000	32,4	31,7	29,5	32,0	31,4
Crespa Verde	8000	39,7	39,7	44,8	39,5	40,9
Crespa Verde	10000	67,7	64,5	73,0	68,7	68,5
Crespa Verde (Testigo Absoluto)	0	21,2	21,2	24,5	22,3	22,3
Romana Verde	6000	26,7	29,2	30,8	32,8	29,9
Romana Verde	8000	34,0	35,3	32,9	35,2	34,4
Romana Verde	10000	45,6	48,1	45,9	44,4	46,0
Romana Verde (Testigo Absoluto)	0	20,4	19,0	19,3	16,3	18,8

Cuadro 27. Análisis de varianza de rendimiento, en la “Evaluación de dos variedades del cultivo de lechuga, sometido a tres dosis de sedimento de la laguna de Yahuarcocha”. FACIAG, UTB. 2015

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. Cal.	F. Tab 0,05 – 0,01
Rep	13,21	3	4,40	1,03	
Trat.	582,26	1	582,26	135,81**	10,13-34,12
Error Exp.	18,94	3	6,31	1,47	
Subtrat.	5767,26	3	1922,42	448,40**	3,16-5,09
Interacción	544,31	3	181,44	42,32	
Error Exp.	77,17	18	4,29		
Total	<u>7003,15</u>	<u>31</u>			

Anexo 2. Diseño de parcelas divididas. FACIAG, 2015.

	VARIEDAD ROMANA								VARIEDAD CRESPA VERDE								1
BLOQUE 1	6.000	8.000	10.000	0	6.000	8.000	10.000	0	6.000	8.000	10.000	0	6.000	8.000	10.000	0	2,5
	VARIEDAD CRESPA VERDE								VARIEDAD ROMANA								1
BLOQUE 2	8.000	6.000	0	10.000	8.000	6.000	0	10.000	8.000	6.000	0	10.000	8.000	6.000	0	10.000	2,5
	VARIEDAD ROMANA								VARIEDAD CRESPA VERDE								1
BLOQUE 3	0	10.000	6.000	8.000	0	10.000	6.000	8.000	0	10.000	6.000	8.000	0	10.000	6.000	8.000	2,5
	VARIEDAD CRESPA VERDE								VARIEDAD ROMANA								1
BLOQUE 4	10.000	8.000	0	6.000	10.000	8.000	0	6.000	10.000	8.000	0	6.000	10.000	8.000	0	6.000	2,5
	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	

Anexo 3. Análisis de sedimento




**LABORIOS NORTE**

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS											
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b>					<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>						
Nombre: CAROLINA ROMERO					Provincia: Imbabura						
Ciudad: Ibarra					Cantón: Ibarra						
Teléfono: 0998228975					Parroquia:						
Fax:					Sitio: Yahuarcocha						
<b>DATOS DEL LOTE</b>					<b>DATOS DE LABORATORIO</b>						
Sitio: Yahuarcocha					Nro Reporte.: 5716						
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo						
Número de Campo: Sedimento Orgánico					Muestra: Sedimento						
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2014-10-22						
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2014-10-29						
<b>Nutriente</b>			<b>Valor</b>			<b>Unidad</b>			<b>INTERPRETACION</b>		
<b>N</b>			58.84	ppm	[Bar chart showing 58.84 ppm]						
<b>P</b>			54.48	ppm	[Bar chart showing 54.48 ppm]						
<b>S</b>			59.0	ppm	[Bar chart showing 59.0 ppm]						
<b>K</b>			2.35	meq/100 ml	[Bar chart showing 2.35 meq/100 ml]						
<b>Ca</b>			12.93	meq/100 ml	[Bar chart showing 12.93 meq/100 ml]						
<b>Mg</b>			6.35	meq/100 ml	[Bar chart showing 6.35 meq/100 ml]						
					BAJO	MEDIO	ALTO				
<b>Zn</b>			9.92	ppm	[Bar chart showing 9.92 ppm]						
<b>Cu</b>			6.45	ppm	[Bar chart showing 6.45 ppm]						
<b>Fe</b>			437.1	ppm	[Bar chart showing 437.1 ppm]						
<b>Mn</b>			52.79	ppm	[Bar chart showing 52.79 ppm]						
					BAJO	MEDIO	ALTO				
<b>B</b>			1.47	ppm	[Bar chart showing 1.47 ppm]						
					BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO			
					0	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0	
<b>pH</b>			6.78		[Bar chart showing 6.78 pH]						
					Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino		
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>				meq/100 ml	[Bar chart showing Acidez Int. (Al+H)]						
<b>Al</b>				meq/100 ml	[Bar chart showing Al]						
<b>Na</b>				meq/100 ml	[Bar chart showing Na]						
					BAJO	MEDIO	ALTO				
<b>Ce</b>			1.288	mS/cm	[Bar chart showing 1.288 mS/cm]						
					No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino			
<b>MO</b>			10.13	%	[Bar chart showing 10.13 %]						
					BAJO	MEDIO	ALTO				
<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg (meq/100ml)</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>(%)</b>					<b>Clase Textural</b>	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla			
2.04	2.70	8.20	21.63								
Dr. Quim. Edison M. Miño M.					[Signature]						
Responsable Laboratorio											





# LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

---


**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: CAROLINA ROMERO Ciudad: Ibarra Teléfono: 0998228975 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: Sitio: Yahuarcocha
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Yahuarcocha Superficie: Número de Campo: M 1 Cultivo Actual: A Cultivar: Lechuga	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 5717 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo M 1 Fecha de Ingreso: 2014-10-22 Fecha de Reporte: 2014-10-29

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION								
N	47.13	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
P	73.48	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
S		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
K	1.62	meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Ca	15.53	meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Mg	5.28	meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Zn		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Cu		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Fe		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Mn		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
B		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
pH	6.58		<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>								
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Al		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Na		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
Ce	0.435	mS/cm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								
MO		%	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>								

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2.94	3.26	12.85	22.43					

Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio



## RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

**NOMBRE:** Carolina Romero      **CULTIVO:** Lechuga      **FECHA:** 2014 10 29

MUESTRA	Kg/Ha/año			FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos 50Kg/ha
	N	P2O5	K2O		
5717 M1	90	0	15	Nitrato de amonio Urea Muriato de potasio	2 1 0,5

### **Manejo agronómico del fertilizante.**

#### **1. Establecimiento**

Al trasplante aplicar el 50% de urea y nitrato de amonio.

El nitrógeno adicional (50% restante) y el muriato de potasio aplicar a los treinta o cuarenta días después de la siembra (aporque) en banda lateral a 10 cm del tallo de la planta

A demás una o dos aplicaciones foliares de microelementos completos o en forma de quelatos.

El contenido de fosforo es alto y por tanto suficiente para este cultivo.

\* Las recomendaciones son en sacos por hectárea, deberá calcularse el área del cultivo y regular la cantidad de fertilizante recomendado.

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar el aspecto climático de la zona por lo tanto ésta constituye una guía de fertilización que debe ser ajustada por el técnico responsable, considerando condiciones de clima y agua.

Anexo 5. Fotografías



Fig. 3. Preparación del suelo UTB, 2015



Fig. 5. División de parcelas. UTB, 2015



Fig. 2. Muestra de suelo. UTB, 2015



Fig. 4. Medición del lote UTB, 2015



Fig.6. Camas para tratamientos UTB, 2015



Fig. 7. Recolección de sedimento, UTB, 2015



Fig. 8. Aplicación de sedimento. UTB, 2015



Fig. 9. Semillero Crespa Verde. UTB, 2015



Fig. 10. Semillero Romana Verde. UTB, 2015



Fig. 11. Trasplante Crespa Verde UTB

Fig. 12. Trasplante de Romana Verde



Fig. 13. Control de malezas UTB, 2015





Fig. 14. Visita del Director de Tesis UTB, 2015



Fig. 15. Altura de la planta Crespa verde. UTB, 2015

Fig. 16. Altura de la planta Romana Verde. UTB, 2015



Fig. 17. Diámetro de la hoja Crespa. UTB, 2015

Fig. 18. Diámetro de la hoja Romana. UTB, 2015



Fig. 19. Toma de datos Romana Verde. UTB, 2015

Fig. 20. Toma de datos Crespa Verde. UTB, 2015



Fig. 21. Romana Verde. UTB, 2015

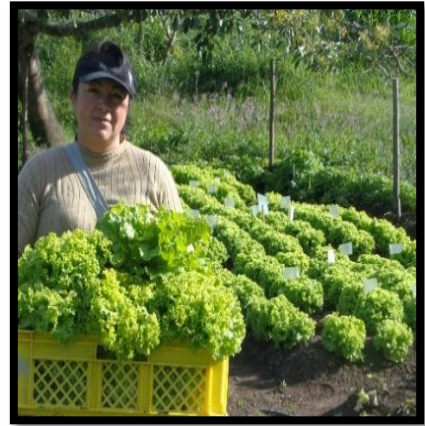


Fig. 22. Cosecha UTB, 2015



Fig. 23. Parcela demostrativa. UTB, 2015