



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Efecto de tres coberturas vegetales en el desarrollo y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366**

**Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma**

**AUTORA: Gabriela Rebeca Lucero Lucero**

**C.I: 0105312946**

**DIRECTOR: Eduardo José Chica Martínez Ph.D**

**CI: 0912795101**

**CUENCA, ECUADOR**

**2019**



## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar el efecto de tres coberturas vegetales en el desarrollo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366 bajo las condiciones ambientales de Cuenca. La parte experimental de este proyecto fue efectuada en el Campus Yanuncay de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. En este experimento se evaluó el efecto de tres coberturas vegetales sobre el desarrollo del cultivo de lechuga. Se evaluaron tres tipos de cobertura: a) vegetación espontánea con labranza mínima cortada 5 cm de altura, b) vegetación espontánea con labranza tradicional cortada a 5 cm de altura, c) cobertura de trébol cortada a 5 cm con labranza tradicional y se compararon contra un control sin cobertura manejado con deshierbas mecánicas. Los resultados muestran que la cobertura de trébol y vegetación espontánea con labranza produjeron rendimientos similares a los del control sin cobertura, mientras que el tratamiento con vegetación espontánea sin labranza produjo un rendimiento marcadamente inferior. En cuanto a los parámetros edáficos, excepto para el contenido volumétrico de agua, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para los parámetros evaluados.

Palabras clave: COBERTURA VEGETAL, AGRICULTURA ORGÁNICA, HORTALIZA.



## ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect of three living mulches on the development of a lettuce crop (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366 under Cuenca conditions. The work was conducted at the Yanuncay Campus of the University of Cuenca. The growth of the three covers and the lettuce crop was evaluated. The three covers were: a) spontaneous vegetation kept 5cm tall under minimal tillage, b) spontaneous vegetation kept 5cm tall after normal tillage, c) a clover living mulch kept 5cm tall after normal tillage and an uncovered control kept weed-free. The results show that both, the mulch with spontaneous vegetation before tillage and the clover mulch, produced yields similar to the ones observed in the weeded control. In contrast, the mulch with spontaneous vegetation with reduced tillage produced markedly lower yields. Soil properties remained similar in all the treatments except the soil moisture content that was higher in the spontaneous vegetation with reduced tillage mulch.

Key words: VEGETABLE COVER, ORGANIC AGRICULTURE, VEGETABLE.



## TABLA DE CONTENIDOS

ABSTRACT .....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE FIGURAS .....	9
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA.....	10
.....	11
DEDICATORIA .....	14
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....	15
CAPITULO II: OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo general del proyecto (OG).....	16
2.2 Objetivos específicos (OE) .....	16
HIPÓTESIS.....	16
CAPITULO III: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	17
3.1 Coberturas .....	17
3.2 Efectos de los cultivos de cobertura en el suelo.....	18
3.2.1 Efectos sobre las características físicas.....	18
3.2.2 Efectos sobre las características químicas.....	20
3.2.3 Efectos sobre las características biológicas.....	20
3.3 Especies utilizadas como cultivos de cobertura.....	20



Ventajas del uso de cultivos de cobertura.....	21
3.3.1 Leguminosas .....	21
3.3.2 Cereales .....	22
3.3.3 Pastos.....	22
3.3.4 Mezclas .....	23
3.4 Cultivos de cobertura en hortalizas .....	23
3.5 Cultivos de cobertura en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) .....	23
3.6 El índice de Shannon-Weaver .....	24
3.7 Costos de producción .....	25
CAPITULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
4.1 Área de estudio.....	26
4.2 Metodología de la investigación experimental: .....	27
4.2.1 Especificación de la unidad experimental.....	27
4.2.2 Tratamientos.....	29
4.3 Toma de datos .....	31
4.4 Diseño experimental y análisis estadístico.....	33
CAPITULO V: RESULTADOS .....	34
5.1 Variables de rendimiento comercial.....	34
5.2 Variables edáficas .....	39
5.3 Variables fisiológicas.....	45



5. 4 Costos de producción ..... 48

5.5 Entomofauna ..... 51

CAPITULO VI: DISCUSIÓN ..... 53

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 55

7.1 Conclusiones. .... 55

7.2 Recomendaciones..... 56

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ..... 57



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Elementos en unidad .....	31
Tabla 2. Resultados del análisis de varianza para las variables homocedásticas entre los tratamientos y cuyos residuos tuvieron distribución normal. ....	37
Tabla 3. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para las variables homocedásticas entre los tratamientos cuyos residuos no tuvieron distribución normal.....	38
Tabla 4. Medias y desviación estándar de las variables de rendimiento comercial de lechuga cultivada usando tres coberturas vegetales. Medias seguidas por las mismas letras se encuentran dentro del mismo rango de significancia de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Ausencia de letras junto a las medias indica que no se pudieron evaluar diferencias estadísticas entre las medias por incumplimiento de precondiciones de las pruebas estadísticas.....	38
Tabla 5. Contenido de N, P y K en el suelo antes y después de un cultivo de lechuga con diferentes coberturas vegetales .....	40
Tabla 6. Resultados de las medias de tendencia central para las variables edáficas. Medias seguidas por las mismas letras se encuentran dentro del mismo rango de significancia de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Ausencia de letras junto a las medias indica que no se pudieron evaluar diferencias estadísticas entre las medias por incumplimiento de precondiciones de las pruebas estadísticas.....	40
Tabla 7. Cobertura con el trébol.....	49
Tabla 8. Cobertura espontanea sin labranza.....	49
Tabla 9. Cobertura espontanea con labranza.....	50
Tabla 10. Sin cobertura .....	50
Tabla 11. Resultados de las medias de tendencias para las variables de entomofauna .....	51



Tabla 12. Índice de diversidad ..... 52





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Campus Yanuncay, Facultad de Ciencias Agropecuarias .....	26
Figura 2. Diseño de parcela.....	28
Figura 3. Diseño del área del estudio .....	29
Figura 4. Peso comercial de la lechuga.....	34
Figura 5. Altura del repollo de la lechuga.....	35
Figura 6. Diámetro del repollo de la lechuga.....	36
Figura 7. pH del suelo al inicio y final del experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga. ....	41
Figura 8. Conductividad Eléctrica del suelo al inicio y final del experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga.....	42
Figura 9. Densidad aparente del suelo al inicio y final del experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga. ....	43
Figura 10. Humedad del suelo durante el experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga. ....	44
Figura 11. Cobertura vegetal durante el experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga. ....	45
Figura 12. Biomasa acumulada de la cobertura del suelo al final del experimento.....	46
Figura 13. Biomasa aérea acumulada del cultivo de lechuga .....	47
Figura 14. Biomasa radicular acumulada del cultivo lechuga .....	47
Figura 15. Índice de la concentración de clorofila durante el desarrollo del experimento .....	48



## **ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA**

CC: Cultivos de cobertura

DDT: días después del trasplante



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Gabriela Rebeca Lucero Lucero, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Efecto de tres coberturas vegetales en el desarrollo y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de enero de 2019

Gabriela Rebeca Lucero Lucero

C.I: 0105312946



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Gabriela Rebeca Lucero Lucero, autora del trabajo de titulación "Efecto de tres coberturas vegetales en el desarrollo y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 21 de enero de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Gabriela", written over a horizontal line.

Gabriela Rebeca Lucero Lucero

C.I: 0105312946



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios en primer lugar y la Universidad de Cuenca que me abrió las puertas para darme una oportunidad, de manera especial al Dr. Eduardo Chica que fue mi guía en este proceso y a cada uno de mis profesores que compartieron sus conocimientos.

Gabriela Lucero



**DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado a mi hijo Samuel que es mi motivo e inspiración a seguir adelante, mi padre con amor incondicional me apoyado en todo momento y mi familia.

Gabriela Lucero



## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción tradicionales se caracterizan por poseer cultivos con poco o nada de cobertura sobre el suelo hasta que el cultivo alcanza su máximo desarrollo vegetativo (Miretti, y otros, 2012). Algunos problemas asociados a la falta de cobertura de los suelos durante las primeras fases de los cultivos, particularmente en zonas montañosas, es el riesgo de erosión, el movimiento de nutrientes hacia horizontes más profundos del suelo y la reducción de la actividad biológica del suelo. En relación a estos problemas, los cultivos de coberturas se presentan como una alternativa favorable para una producción sustentable ya que aumenta la materia orgánica del suelo (Alvarez, y otros, 2004), estos residuos mejoran las condiciones físicas, biológicas y químicas del suelo, y ayudan a mantener el complejo arcillo húmico que es el responsable para que los nutrientes se mantengan disponibles.

En el periurbano de Cuenca, la horticultura es una actividad económica importante, los cultivos se desarrollan principalmente de forma tradicional arando el suelo antes de cada ciclo de producción y manteniendo libre de malezas. No obstante, hasta la fecha no ha habido reportes en donde se evalúen sistemas de producción que incluyan el desarrollo de cultivos hortícolas sobre coberturas vegetales vivas. En este estudio se evaluó el efecto que causan tres cultivos de cobertura viva en el desarrollo de un cultivo de lechuga como un aporte para evaluar la conveniencia o no de esta práctica bajo condiciones locales.



## CAPITULO II: OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general del proyecto (OG)

Evaluar el efecto de tres coberturas vegetales en el desarrollo y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366 bajo condiciones del campus Yanuncay.

### 2.2 Objetivos específicos (OE)

- Evaluar el rendimiento y caracterizar el desarrollo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366 bajo los tres sistemas de manejo de cobertura.
- Caracterizar el desarrollo de la vegetación de cobertura.
- Medir variables físico – químicas del suelo bajo los tres sistemas de manejo de la vegetación de cobertura.
- Estimar los costos de producción.

## HIPÓTESIS

H1. El cultivo de cobertura afecta al desarrollo del cultivo de lechuga

Ho. El cultivo de cobertura no afecta al desarrollo del cultivo de lechuga





## CAPITULO III: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Coberturas

Los cultivos de coberturas son un sistema de cubierta vegetal sembrada de manera permanente o temporal junto a otros cultivos (intercalados o en relevo) o de forma exclusiva (en rotación) con el objetivo de proteger la textura y estructura del suelo además reducir la erosión. Cuando se siembra junto a otros cultivos se conoce también como acolchado o “mulch” vivo. Una gran parte de los cultivos de cobertura pertenecen a las leguminosas, las cuales, además de sus funciones protectoras de la erosión sirve como enriquecedoras de la fertilidad del suelo por su capacidad de incorporar nitrógeno atmosférico debido a su simbiosis con (*rhizobium*) del suelo. Los cultivos de cobertura pueden ser también no-leguminosas como el rábano, avena amarilla (*Avena byzantina*), avena negra (*Avena strigosa*), el ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) y (*L. oleiferus*), los mismos que se utilizan como cultivos de cubierta en países del sur como es el caso de Brasil para reducir la erosión y suprimir malezas en la época previa a la siembra de soya o maíz (FAO, 1994).

Por lo general las especies utilizadas en los cultivos de cobertura son: leguminosas, cereales o una mezcla apropiada, que se siembra para cubrir el terreno con un gran porcentaje de follaje que protege al suelo del impacto de la lluvia, sol y del viento. Por esta razón se recomienda su uso como cultivo asociado al cultivo principal o en combinación con otras especies, el agricultor determinará el tipo de beneficios primarios que requiere. Por tal motivo debe considerar las condiciones específicas del sistema de producción que va a utilizar, como: el recurso agua, tipo de suelo, las prácticas culturales y secuencia de cultivo (Morales y Martines, 2007).

Los cultivos de cobertura son especies que se introducen en las rotaciones de siembra para proporcionar servicios para el agrosistema, como: protección del suelo contra la erosión, captura



y prevención de pérdidas de nutrientes del suelo, fijación del nitrógeno en el caso de leguminosas, incremento del carbono del suelo y mejoramiento de sus características físicas y químicas, incremento de la diversidad biológica con organismos benéficos y supresión de malezas y plagas. Los beneficios de su uso se reflejan en el mismo periodo de cultivo y en los ciclos subsecuentes, bajo un sistema de rotación de cultivos e incorporación de residuos (Navarro, y otros, 2007).

Los cultivos de cobertura también son una alternativa para mantener el carbono de los suelos o atenuar su pérdida. Esta práctica consiste en sembrar un cultivo con el fin de generar materia orgánica entre dos cultivos de cosecha y favorecer los balances de carbono en los sistemas agrícolas. Además, hay un efecto positivo sobre la eficiencia de uso de agua de los sistemas de producción, sobre todo en regiones donde ocurren precipitaciones durante el barbecho invernal y estas precipitaciones en su mayoría no son utilizadas por los cultivos que se siembran en verano, debido a que el agua del suelo se pierde por infiltración o evaporación (Fernández, y otros, 2012).

### **3.2 Efectos de los cultivos de cobertura en el suelo**

#### **3.2.1 Efectos sobre las características físicas**

**Porosidad.** - Los cultivos de cobertura resultan una herramienta clave en este sentido ya que la macroporosidad es necesaria para la incorporación del agua de lluvia. Tanto la infiltración de agua como la capacidad de penetración de las raíces demandan poros mayores a los 100 micrones de diámetro (Marzetti y Bertolotto, 2017).

Igualmente se encontró que los cultivos de cobertura tienen la capacidad de explorar nuevos volúmenes de suelo y aumentar su porosidad estructural, también se indicó variaciones temporales en la meso y macroporosidad. Sin embargo, el efecto de los cultivos de cobertura



sobre las propiedades edáficas varía entre regiones ya que la cantidad y calidad de la biomasa producida depende de las especies, propiedades de suelo, condiciones ambientales y prácticas de manejo. Todos estos parámetros tienen efectos positivos sobre la cobertura del suelo, se esperarían cambios en la calidad física de suelos debido a la incorporación de cultivos de cobertura, los mismos que influyen en la biomasa aérea y radical que aporten al suelo y de la ubicación de los residuos de cosecha (Milanesio, 2016).

**La temperatura.** – este factor en el suelo es influenciado por sus coberturas naturales y, especialmente, por residuos orgánicos u otros tipos de coberturas protectoras, aplicadas en su superficie. En periodos de calor mantienen el área del suelo más fresca que en los casos en que no existe cobertura. En contraste, en los periodos fríos de invierno, funcionan como moderadores de las rápidas caídas de temperatura (Sánchez, y otros 2010).

El cultivo de cobertura influye en el microclima del suelo al interceptar la radiación solar, además los residuos pueden reducir la temperatura del suelo de 2 a 5°C como máximo en climas templados, pero depende de la intensidad de radiación, tipo de suelo y humedad, algunas coberturas mantiene temperaturas bajas en el suelo que previene la germinación de alguna semilla de maleza y en otra parte la interacción entre la humedad del suelo y el calor recibido permite un ambiente adecuado para germinación de alguna semilla de maleza (Labrada, 2004).

**Humedad.** - Una de las ventajas del uso de coberturas vegetales en la producción de cultivos, reside en la conservación de la humedad del suelo. Esta proviene de la menor evaporación frente a la labranza tradicional. El mayor contenido de agua en el suelo con cobertura queda disponible para la transpiración de las plantas, aumentando así la eficiencia hídrica de las mismas. Estos efectos varían directamente relacionados con el flujo de vapor del agua, el cual se ve reducido



con el incremento de la cobertura vegetal en los sistemas de labranza mínima (Sanclemente y Patiño, 2015).

### **3.2.2 Efectos sobre las características químicas**

Los cultivos de cobertura contribuyen con materia orgánica, que ayuda a la agregación de las partículas minerales, este beneficio se puede observar en la disponibilidad de macro y micro nutrientes para el cultivo principal. La relación de C/N es importante ya que determina la velocidad de la mineralización si es inferior 25, la descomposición va a ser más acelerada por lo tanto va a haber una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta. A medida que se incorpora abono verde mejora las condiciones del suelo, retiene humedad y nutrientes, e intercambia cationes con las plantas, regulariza la acidez manteniendo un pH estable esto se puede alcanzar corrigiendo la fertilidad del suelo (Blaya y Garcia , 2013).

### **3.2.3 Efectos sobre las características biológicas**

El establecimiento de cultivos de cobertura modifica la estructura, composición y diversidad de la biota del suelo, adhieren materia orgánica fresca la cuál es aprovechada por los organismos edáficos como fuente de nutrientes y estimula el desarrollo de organismos que pueden promover la estructuración del suelo y hacer más disponibles los nutrientes (Marzetti y Bertolotto, 2017).

### **3.3 Especies utilizadas como cultivos de cobertura**

Las especies que se recomiendan son aquellas que se desarrollan con alta densidad de población, que proveen de una buena cobertura vegetal sobre el terreno, que protejan al suelo durante épocas críticas de la acción de la lluvia y el viento y que generan un beneficio a la economía del agricultor, ya que se pueden aplicar en huertos, viñedos y áreas donde se producen frutales (Morales y Martines, 2007).



### **Ventajas del uso de cultivos de cobertura.**

- Se desarrolla rápido para cubrir el suelo (no trepadoras), manteniendo la humedad y evitando el desarrollo de otras plantas no deseables.
- Producción de un elevado volumen de materia seca y verde, evitando de comportarse como planta invasora.
- Se adapta a cualquier tipo de suelo (suelos pobres, degradados, erosionados), facilidad para manejar e incorporar al campo.
- No compite con el cultivo por agua y nutrientes, porque es poco exigente con el agua y recicla los nutrientes
- Resiste a plagas y enfermedades. No se debe comportar como hospedero de plagas que afecten al cultivo.
- Es multipropósito, además de proteger al suelo, se aprovecha como alimento para los animales o para el consumo para las personas.
- Tolera o resiste a sequía, heladas, baja fertilidad.
- Las coberturas más usadas son las leguminosas por la capacidad de fijar nitrógeno, presenta un sistema radicular bien desarrollado rompiendo las capas duras del suelo (Valdés, 2011).

#### **3.3.1 Leguminosas**

Las leguminosas predominan por su tasa de crecimiento rápido por su mayor contenido de nutrientes en comparación con otras especies, por la simbiosis que existe entre ellas y las bacterias que fijan nitrógeno atmosférico. Con esto logramos prescindir en algunos casos el uso de fertilizantes químicos nitrogenados (Marinho , y otros 2007). La especie más usada es la vicia (*V. villosa*, *V. sativa*, *V. benghalensis*, *V. faba*, *V. dasycarpa*,). Algunos beneficios que se pueden



atribuir es que son tolerantes al frío, resisten a la sequía y se adaptan a las condiciones edáficas. La *V. villosa* es rastrera que cubren rápido y de manera uniforme el suelo. Otras leguminosas de menor uso es la arveja (*Pisum sativum*) y el trébol blanco (*Trifolium repens* L). El uso de las leguminosas como abono o cobertura aumenta la productividad y fertilidad de la tierra, de mediano a corto plazo, mediante el aporte de materia orgánica y la captura de nitrógeno atmosférico y fomenta un cultivo sustentable (Mayer, y otros 2003).

### 3.3.2 Cereales

Los cereales también son usados como cobertura, la especie más utilizada es centeno (*Secale cereale*), siendo tolerante al estrés hídrico y el frío, además se descompone más lento logrando así un control de malezas, el trigo (*Triticum aestivum*) su ciclo de cultivo es más largo que el centeno, la avena (*Avena sativa*) es una especie que se adapta a otras regiones. Los cereales son de rápido crecimiento, producen gran cantidad de residuos, cubren más rápido al suelo (alta densidad), pero la materia verde se produce en menor cantidad comparando con las leguminosas (Guzman y Alonso, 2001).

### 3.3.3 Pastos

La utilización de pasturas para el método de cobertura vegetal proporciona un beneficio adicional que es proporcionar alimento para el ganado, además posee una característica especial en su sistema radicular que se mantiene agregada a las partículas del suelo, evitando así la erosión. El uso de este cultivo ayuda al mejoramiento de suelos salinos sódicos, es una alternativa sustentable y económica (Gorham, y otros 1985). Estas especies pueden ser anuales o perennes por su capacidad de volver a rebrotar luego de un corte.



### 3.3.4 Mezclas

Estas son mezclas de especies de plantas que pueden contener ciertas hierbas, leguminosas, y/o pastos anuales o perennes. Estas mezclas constan de especies de flores silvestres y pastos que ayudan al manejo de control del hábitat y la conservación del control biológico. Establecer estas mezclas puede ser difícil y tal vez necesiten algún riego adicional para mantener en buen estado y que puedan atraer insectos benéficos durante la época de crecimiento (Olmstead, 2012).

### 3.4 Cultivos de cobertura en hortalizas

La horticultura en la ciudad de Cuenca es una actividad tradicional que se encuentra asociada a las prácticas de una agricultura periurbana, cuyas familias tienen como parte de su sustento diario el ingreso resultante de la venta de dicho producto agrícola. En el Azuay el potencial agrícola actual es el cultivo de hortalizas, siendo la parroquia San Joaquín una de las más importantes de la región austral. La agricultura en esta parroquia fue de policultivos y maíz hasta 1950 y después la mayoría de los habitantes de este lugar se dedicaron a cultivar una gran variedad de especies vegetales de clima templado, especialmente las hortalizas (Tapia, 2014).

Para muchas hortalizas, como las cucurbitáceas, la principal limitación para la implementación del cultivo son las malezas; por ende, el uso de cultivos de cobertura reduce la biomasa de las malezas como la de rebrote en comparación con el suelo desnudo. Los residuos de cultivos de cobertura de centeno de invierno o trigo de invierno por sí solos proporcionarán un control de la maleza, pero insuficiente, para el cultivo de calabaza (Labrada, y otros, 1996).

### 3.5 Cultivos de cobertura en lechuga (*Lactuca sativa*)

El cultivo de la lechuga es susceptible a la carencia o ausencia de disponibilidad de agua ocasionando estrés hídrico, teniendo efectos en el desarrollo y rendimiento del cultivo (Montes, 2004). Su sistema radicular es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es



muy sensible a la falta de humedad y no soporta un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve (PROMOSTA, 2005). Una de las funciones del cultivo de cobertura, a través de la evaporación de agua a la atmósfera, es funcionar como un estabilizador de la temperatura de las hojas ante la demanda evapotranspirativa del ambiente atmosférico

En un estudio realizado en Rio de Janeiro se evaluó la introducción de una gramínea, la avena negra (*Avena strigosa*) y una leguminosa, la alverja (*Pisum sativum*), sembradas al voleo y mezcladas, con la intención de trasplantar después, directamente, los plántones de hortalizas. A diferencia de la técnica en la que los cultivos de cobertura se secan con aplicación de herbicidas, se realizó el pisoteo de la cobertura donde después se sembrarían plántulas de lechuga (Marinho, y otros 2007).

### 3.6 El índice de Shannon-Weaver

Es uno de los métodos usados para cuantificar la biodiversidad específica, refleja la heterogeneidad de una comunidad en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa, normalmente se representa como  $H'$ . El índice de Shannon tiene un límite inferior de 0 y no posee límite superior teórico; no obstante, los valores de este índice varían típicamente entre 0,5 y 5, siendo lo más normal que adquiera valores entre 2 y 3. Un mayor valor de este índice es indicativo de mayor diversidad, considerándose que si el valor es inferior a 2 la diversidad se considera baja, mientras que valores mayores a 3 son considerados como indicadores de alta diversidad (Shannon y Weaver, 1949).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

S.- número de especies (la riqueza de especies)





$P_i$  . - proporción de individuos de las especies  $i$  respecto al total de individuos (abundancia relativa de las especies  $i$  )

$n_i$  . – número de individuos de la especie  $i$

N.- número de todos los individuos de todas las especies.

### 3.7 Costos de producción

Los costos de producción están divididos en costos fijos y en costos variables.

#### Costos fijos

Son aquellos recursos que no inciden directamente en el volumen de producción alcanzado.

Ejemplos: la mano de obra, la depreciación de las inversiones y gastos administrativos.

#### Costos variables

Es el costo de los recursos que afecta directamente el volumen de producto obtenido.

Ejemplo: los fertilizantes que está relacionado con la productividad (Escobar, 2003).

## CAPITULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Área de estudio

El proyecto se desarrolló en las parcelas experimentales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias ubicadas en el campus Yanuncay de la Universidad de Cuenca a 2600 m s.n.m. Las condiciones ambientales en el área de estudio corresponden a las de un clima subtropical de montaña con una temperatura promedio que varía entre los 13°C y los 19°C y pluviosidad tipo bimodal con una precipitación anual promedio de 789 mm (Climate-data.org., 2019). Estas condiciones ambientales son representativas para los sistemas de producción de hortalizas ubicados en el periurbano de Cuenca.

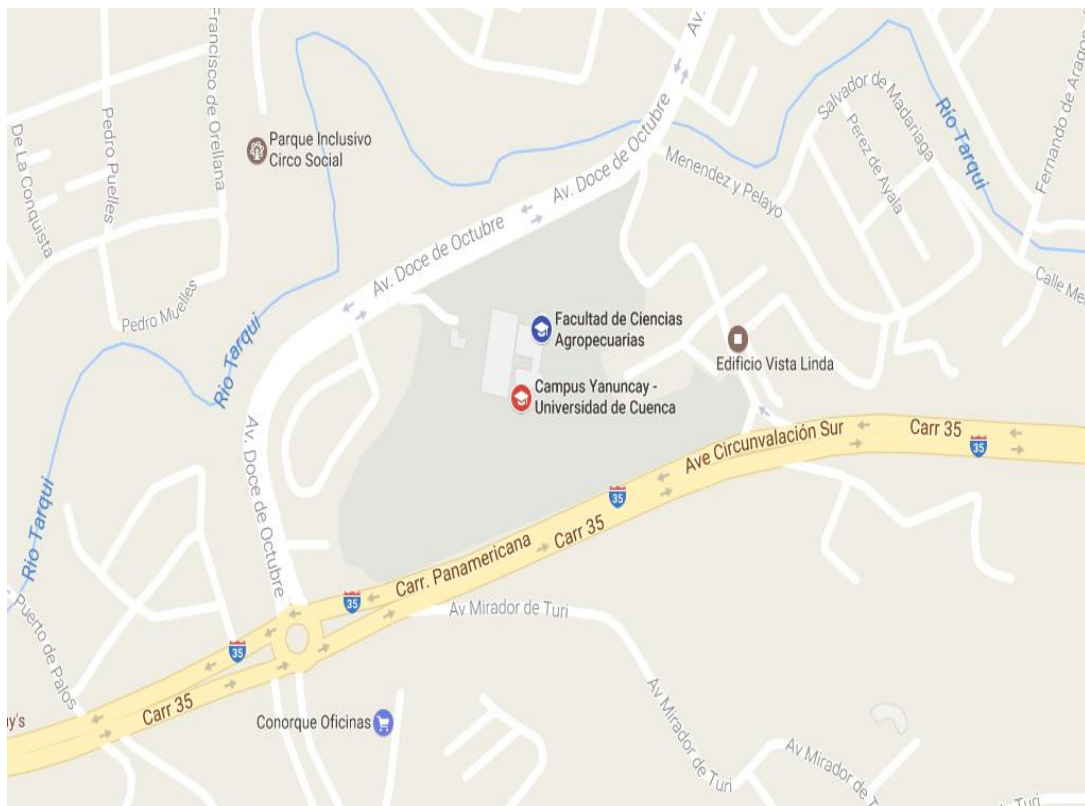


Figura 1. Ubicación Campus Yanuncay, Facultad de Ciencias Agropecuarias

Fuente: Google Earth, 2017.



## 4.2 Metodología de la investigación experimental:

### 4.2.1 Especificación de la unidad experimental

La unidad experimental estuvo compuesta por una parcela de 0,8 m de ancho por 2,9 m de largo, sembrada en hileras triples con trasplantes de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366 con un espaciamiento de siembra de 0,3 m entre plantas y 0,3 m entre hileras por un total de 30 plantas por parcela, y la unidad de muestreo tuvo 0,5 m de ancho y 2,50 m de largo con 8 plantas por parcela con 4 tratamientos y cinco repeticiones, estuvo ubicada en el centro de la unidad experimental.

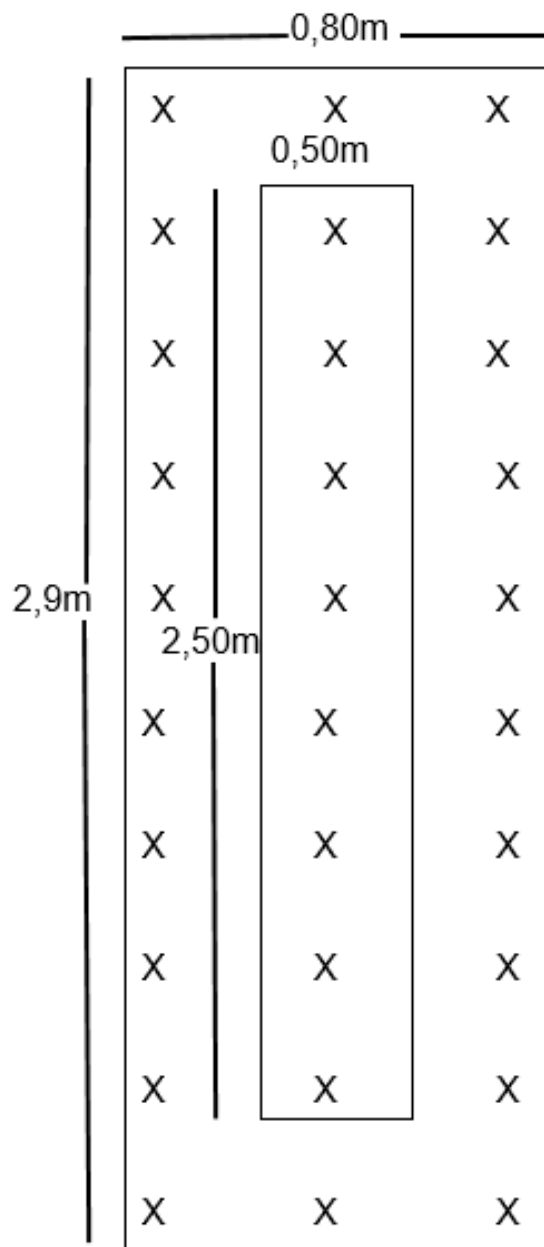


Figura 2. *Diseño de parcela*  
 Fuente: Gabriela Lucero

El experimento se realizó en un lote continuo de 10 m de largo y 6 m de fondo y las parcelas se distribuyeron en este lote.

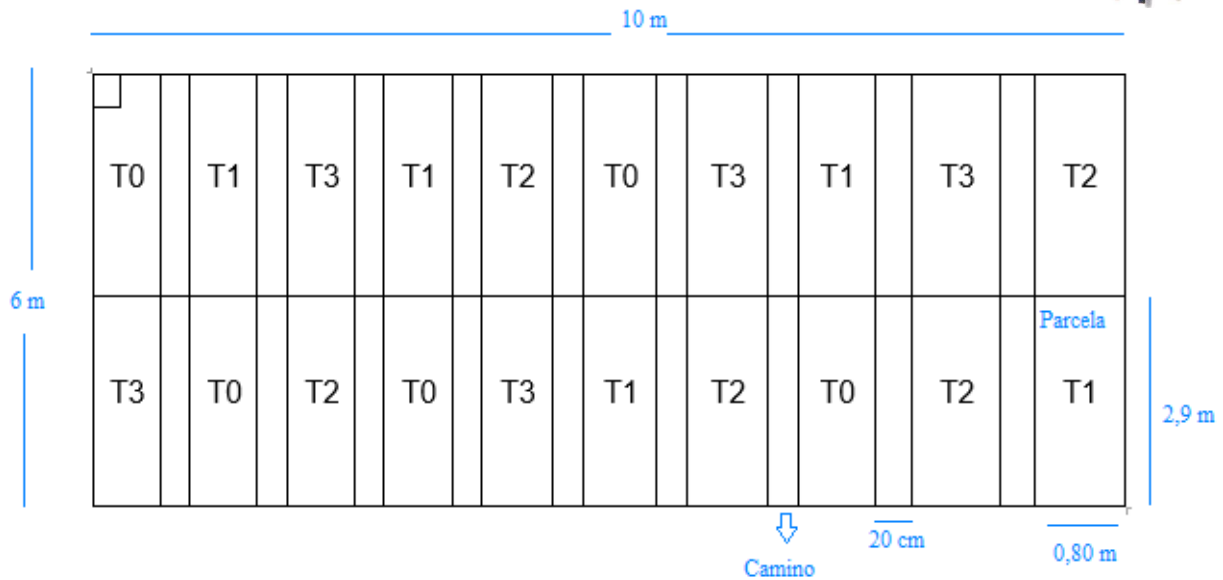


Figura 3. *Diseño del área del estudio*

Fuente: Gabriela Lucero

En donde:

T0: sin cobertura

T1: Cobertura de trébol con labranza

T2: Cobertura de vegetación espontánea con labranza

T3: Cobertura de vegetación espontánea sin labranza

#### 4.2.2 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron tres manejos de cobertura y un control sin cobertura como se describe a continuación:

**Cobertura de trébol con labranza.** - Previo a la siembra se preparó el terreno realizando labranza de suelo con rotavator. Posteriormente se sembró 50 g de semilla de trébol en cada parcela, dejando que se desarrolle por un mes. Posteriormente se podó este cultivo hasta una altura de 5 cm y se trasplantó el cultivo de lechuga. Durante el ciclo del cultivo se realizaron 5 podas del cultivo de cobertura para mantener la altura establecida, adicionalmente se tomó el



tiempo para el cálculo de costo de producción, de manera particular me demore cortando la cobertura 10 min por parcela.

**Cobertura de vegetación espontánea con labranza.** - Previo a la siembra se preparó el terreno realizando labranza de suelo con rotavator. Posteriormente se permitió el desarrollo de la vegetación que brote de manera espontánea en las parcelas preparadas por un mes. Durante ese tiempo se identificó especies como *Galinsoga quadriradiata*, *Pennisetum clandestinum*, *Ipoemea purpura* y *Brassica napus*. Posteriormente se cortó la vegetación espontánea hasta una altura de 5 cm y se trasplantó el cultivo de lechuga. Durante el desarrollo del cultivo de lechuga se realizaron 5 podas a la cobertura de vegetación espontánea para mantener la altura propuesta durante el ciclo de cultivo, adicionalmente se tomó el tiempo requerido para realizar la poda para el cálculo de costo de producción, que para el caso de este tratamiento fue de 5 minutos por cada parcela.

**Cobertura de vegetación espontánea sin labranza.** - En este tratamiento no se realizó labranza de las parcelas, previo a la siembra se realizó un corte a la vegetación que estaba presente en las parcelas que fue el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y la cobertura se cortó hasta una altura de 5 cm y posteriormente se permitió el desarrollo de la vegetación que brote de manera espontánea. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron 5 podas a la cobertura de vegetación espontánea para mantener la altura propuesta, adicionalmente se tomó el tiempo requerido para realizar la poda para el cálculo de costo de producción, que para el caso de este tratamiento fue de 15 minutos por cada parcela.

**Control sin cobertura.** - Previo a la siembra se preparó el terreno realizando labranza de suelo con rotavator y se trasplantó el cultivo de lechuga. Posteriormente se realizaron 5 controles de malezas en forma manual, adicionalmente se tomó el tiempo requerido para realizar la poda



para el cálculo de costo de producción, que para el caso de este tratamiento fue de 10 minutos por parcela.

### 4.3 Toma de datos

**Cambio en propiedades físico-químicas del suelo.** - Se realizó un análisis químico y físico de suelos antes y después del experimento en cada una de las parcelas.

Tabla 1. *Elementos en unidad*

Elementos	Unidad
Nitrógeno	(ppm)
Fosforo	(ppm)
Potasio	(mEq/100ml)
Densidad Aparente	(g/cm <sup>3</sup> )
pH del suelo	pH
Conductividad Eléctrica	(μS/cm)

**Tasa de emisión foliar.** - Se registró semanalmente el número de hojas de cada planta en las unidades de muestreo para determinar una curva de emisión foliar y tasa de emisión foliar hasta el inicio de la fase de repollamiento.

**Concentración relativa de clorofila en hojas.** - Semanalmente se registró el contenido relativo de clorofila (CCI) en las hojas maduras más jóvenes con el medidor de índice de contenido de clorofila opti-sciences modelo CCM 200 plus.

**Humedad y temperatura del suelo durante el experimento.** - Se registró la humedad y temperatura del suelo semanalmente usando un sensor de humedad TDR portátil.

**Diversidad de la entomofauna.** - Empleando una red entomológica se tomó muestras de los insectos presentes en cada una de las unidades experimentales, realizando para el efecto dos (2) pasadas (una de ida y otra de vuelta) cada 15 días. Los insectos capturados fueron llevados al laboratorio para su identificación a nivel de Orden, para al final del proceso de muestro se realizó el análisis de los datos utilizando los índices de diversidad de Shannon y Weaver.



**Producción de biomasa final y residual en el cultivo de cobertura y cultivo comercial.** - Al final del experimento se determinó la producción de biomasa fresca y seca acumulada durante el ciclo de producción. La producción de biomasa fresca fue determinada posterior a cada poda y luego distribuida nuevamente sobre las parcelas para que se seque hasta el final del experimento. Además, en el caso del cultivo se registró también el peso comercial que corresponde al peso fresco del repollo comercializable (i.e. sin sus hojas más externas)

**Cobertura del suelo.** - Se registró el cambio en cobertura vegetal del suelo usando fotografías tomadas perpendiculares a la unidad de muestreo y analizaron digitalmente.

**Costos:** Se registraron el tiempo de ejecución de cada una de las labores realizadas, así como el costo de los insumos empleados en los tratamientos evaluados. Al final del trabajo de investigación se analizaron los datos empleando el método de costos-variables.





#### 4.4 Diseño experimental y análisis estadístico.

El experimento se desarrolló usando un diseño completamente aleatorizado con 5 repeticiones. Se generó la estadística descriptiva del conjunto de datos y representaciones gráficas de los resultados. Posteriormente, después de revisar las características de los datos obtenidos (i.e. normalidad, homogeneidad de varianzas) se seleccionaron las pruebas estadísticas más apropiadas para analizar cada variable. Así, las variables que presentaron distribución normal de residuos y homocedasticidad (i.e. peso comercial, biomasa aérea, biomasa radicular, altura del repollo, pH, humedad del suelo) fueron analizadas a través de análisis de varianza para evaluar diferencia entre tratamientos y pruebas de Tukey para establecer rangos de significancia en los casos en los que el ANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas. Las variables que presentaron residuos no normales pero que si fueron homocedásticas (i.e. diámetro del repollo, densidad aparente, porcentaje de cobertura del suelo, temperatura del suelo) fueron analizadas usando la prueba de Kruskal-Wallis, no obstante, las medianas de los tratamientos no fueron comparadas entre sí. Las variables que fueron heterocedásticas (i.e. conductividad eléctrica, índice de contenido de clorofila, número de hojas acumuladas) no fueron sometidas a pruebas estadísticas y fueron únicamente discutidas en base a estadísticas descriptivas, independientemente de la distribución de sus residuos (normales o no-normales). No se emplearon transformaciones para corregir normalidad o heterocedasticidad debido a la ausencia de fundamentos teóricos/biológicos que justifiquen el uso de transformaciones para el análisis de estas variables. Los costos de producción no fueron analizados estadísticamente sino solo estimados considerando los costos variables asociados a cada tratamiento dado que para poder estimar diferencias estadísticas en costos es necesario repetir el experimento en varias temporadas o lugares de producción, lo cual no fue parte del planteamiento de este trabajo de graduación.



## CAPITULO V: RESULTADOS

### 5.1 Variables de rendimiento comercial

Analizando los resultados el cultivo de cobertura de trébol y la cobertura de vegetación espontánea con labranza en el peso comercial (Figura 4) los resultados son similares comparando con el testigo, por otra parte, comparando entre los tres tratamientos de cobertura, se pudo notar una gran diferencia con la cobertura de vegetación espontánea sin labranza, por lo que las plantas de este tratamiento no se desarrollaron, posiblemente por la competencia con la cobertura en cuanto al espacio físico y nutrientes.

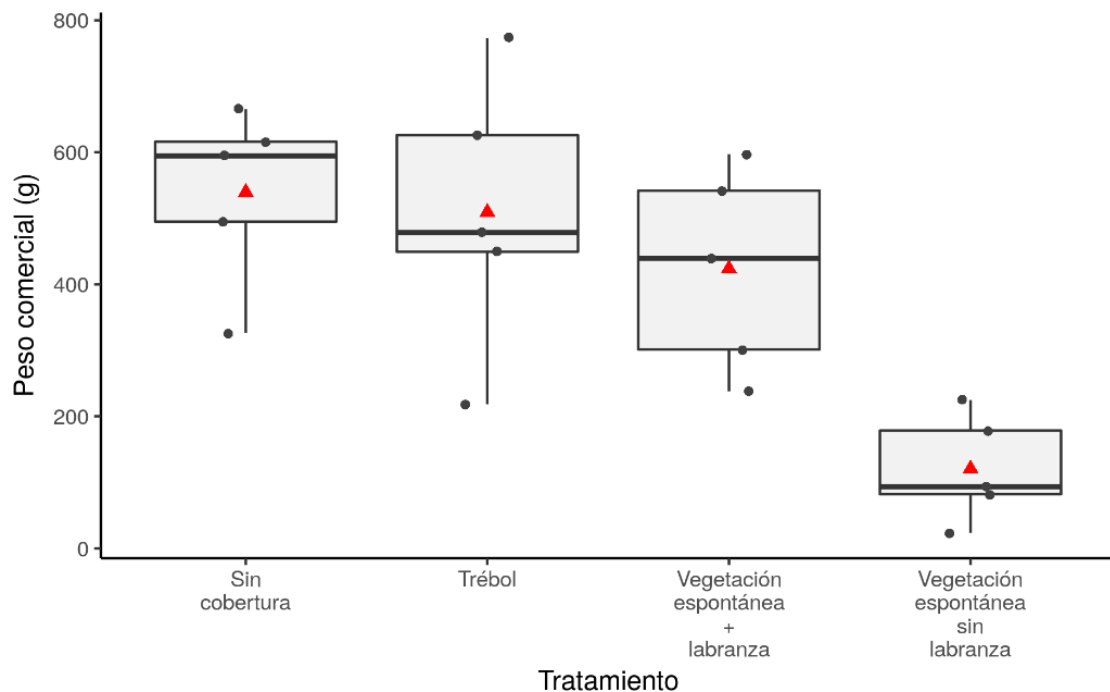


Figura 4. *Peso comercial de la lechuga.*

Fuente: Gabriela Lucero



En el caso de la altura y diámetro del repollo (Figura 5-6), se observó dos tratamientos con respuestas similares, en el cultivo sin cobertura y con cobertura de vegetación espontánea con labranza, los datos son homogéneos, mientras que la cobertura de vegetación espontánea sin labranza la cobertura fue más agresiva que no le permitió un desarrollo adecuado (Tabla 2- 3- 4).

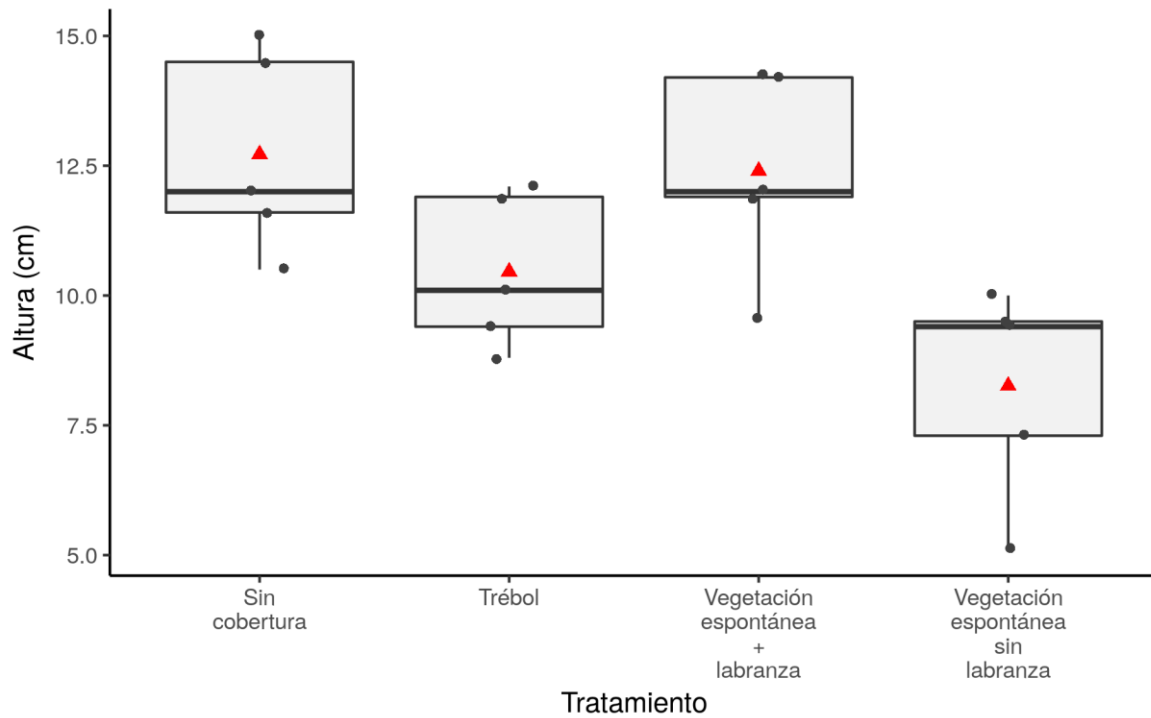


Figura 5. *Altura del repollo de la lechuga*  
Fuente: Gabriela Lucero

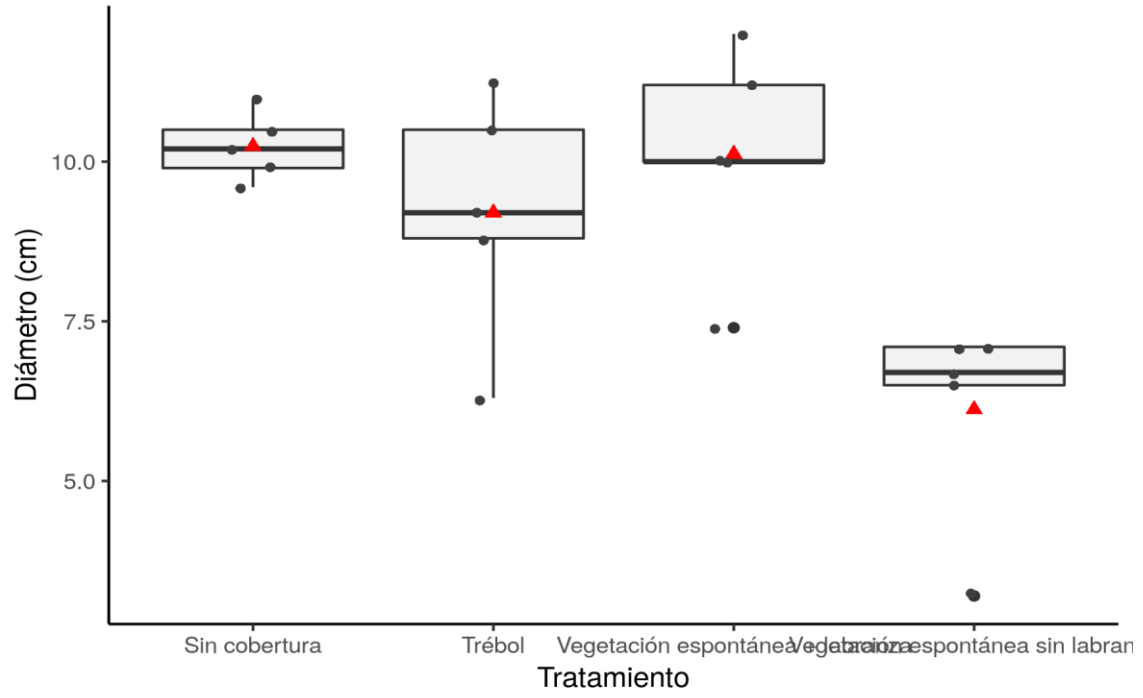


Figura 6. *Diámetro del repollo de la lechuga*  
Fuente: Gabriela Lucero



Tabla 2. Resultados del análisis de varianza para las variables homocedásticas entre los tratamientos y cuyos residuos tuvieron distribución normal.

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor P
<b>Peso comercial</b>					
	Tratamiento	3	183386	8.055	0.0017
	Residuos	16	22767		
<b>Altura del repollo</b>					
	Tratamiento	3	21.185	6.084	0.00578
	Residuos	16	3.482		
<b>Diámetro del repollo</b>					
	Tratamiento	3	21.185	6.084	0.00578
	Residuos	16	3.482		
<b>pH</b>					
	Tratamiento	3	0.010578	1.423	0.273
	Residuos	16	0.007433		
<b>Humedad del suelo</b>					
	Tratamiento	3	0.010122	4.222	0.0092
	Residuos	16	0.002397		



Tabla 3. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para las variables homocedásticas entre los tratamientos cuyos residuos no tuvieron distribución normal.

Variable	Grados de libertad	$\chi^2$ de Kruskal-Wallis	Valor P
Diámetro del repollo	3	9.5802	0.02249
Densidad aparente	3	5.7702	0.1233
Porcentaje de cobertura del suelo	3	3.1714	0.3659
Temperatura del suelo	3	6.0545	0.109

Tabla 4. Medias y desviación estándar de las variables de rendimiento comercial de lechuga cultivada usando tres coberturas vegetales. Medias seguidas por las mismas letras se encuentran dentro del mismo rango de significancia de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Ausencia de letras junto a las medias indica que no se pudieron evaluar diferencias estadísticas entre las medias por incumplimiento de precondiciones de las pruebas estadísticas.

<b>Peso Comercial (g)</b>	<b>Media±DE</b>
Cobertura de Trébol	509,02±207,61 a
Vegetación espontanea con labranza	423,62±153,2 a
Vegetación espontanea sin labranza	120,4±80,41 b
Sin cobertura	539,38±134,26 a
<b>Diámetro del repollo (cm)</b>	
Cobertura de Trébol	9,2±1,89
Vegetación espontanea con labranza	10,12±1,74
Vegetación espontanea sin labranza	6,12±1,65
Sin cobertura	10,24±0,54
<b>Altura de repollo (cm)</b>	
Cobertura de Trébol	10,46±1,48 ab
Vegetación espontanea con labranza	12,4±1,94 a
Vegetación espontanea sin labranza	8,26±2,05 b
Sin cobertura	12,72±1,94 a

Fuente: Gabriela Lucero



## 5.2 Variables edáficas

Al realizar los análisis químicos en el laboratorio como el pH (Figura 7), conductividad eléctrica (Figura 8), densidad aparente (Figura 9) de los diferentes tipos de cobertura y sin cobertura del suelo no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos excepto en el contenido de humedad en el cual se ve claramente que el cultivo de cobertura con vegetación espontánea sin labranza mantiene niveles de humedad más altos que los otros tratamientos (Figura 10). En el caso del contenido de N, P y K en el suelo, no se realizaron pruebas estadísticas debido a que sólo se analizó una muestra compuesta de las cinco repeticiones de cada tratamiento (Tabla 5). En el caso de pH y CE, los valores finales registrados fueron significativamente diferentes a los valores iniciales, siendo que bajó el pH al finalizar el cultivo y la CE subió en su etapa final (prueba t,  $\alpha = 0.05$ ). No obstante, no se registraron diferencias entre los tratamientos al final del experimento. La diferencia de pH entre el inicio del experimento y el final fue de aproximadamente 0.3 unidades. La reducción del pH del suelo es una consecuencia típica del desarrollo de los cultivos (Espinosa y Molina, 1999). En este caso, la presencia o no de coberturas vegetales no afectó el proceso de acidificación normal del suelo cultivado. Por otra parte, el incremento de la CE eléctrica es también una consecuencia esperada del desarrollo de los cultivos al movilizar nutrientes minerales y acumulación de fertilizantes en la zona radicular del cultivo durante su ciclo de producción; no obstante, no se pudo evaluar diferencias estadísticas entre los tratamientos para esta variable debido a que su comportamiento fue heterocedástico (Frideman, 2005).



Tabla 5. Contenido de N, P y K en el suelo antes y después de un cultivo de lechuga con diferentes coberturas vegetales

Tratamiento	Antes del experimento			Después del experimento		
	N (ppm)	P (ppm)	K (mEq/100ml)	N (ppm)	P (ppm)	K (mEq/100ml)
Cultivo sin cobertura	61	159	1,6	12	66	1,3
Cobertura de trébol				23	67	1,4
Vegetación espontánea con labranza				10	68	1,2
Vegetación espontánea sin labranza				22	78	1,6

Datos elaborados por: Gabriela Lucero

Tabla 6. Resultados de las medias de tendencia central para las variables edáficas. Medias seguidas por las mismas letras se encuentran dentro del mismo rango de significancia de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Ausencia de letras junto a las medias indica que no se pudieron evaluar diferencias estadísticas entre las medias por incumplimiento de precondiciones de las pruebas estadísticas.

<b>pH del suelo</b>	<b>Media±DE</b>
Cobertura de Trébol	7.076±0.08
Vegetación espontanea con labranza	7.182±0.07
Vegetación espontanea sin labranza	7.120±0.06
Sin cobertura	7.156±0.11
<b>Conductividad Eléctrica (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>	
Cobertura de Trébol	304.6±34.27
Vegetación espontanea con labranza	247.6±53.2
Vegetación espontanea sin labranza	283.4±50.8
Sin cobertura	231.6±9.76
<b>Densidad Aparente (<math>\text{g}/\text{cm}^3</math>)</b>	
Cobertura de Trébol	1.262±0.08
Vegetación espontanea con labranza	1.164±0.08
Vegetación espontanea sin labranza	1.212±0.08
Sin cobertura	1.230±0.06
<b>Humedad del suelo</b>	
Cobertura de Trébol	0.33±0.03 b
Vegetación espontanea con labranza	0.36±0.05 b
Vegetación espontanea sin labranza	0.39±0.05 a





Sin cobertura 0.37±0.05 b

**Porcentaje de cobertura del suelo**

Cobertura de Trébol	80.84±9.65%
Vegetación espontanea con labranza	77.48±12.64%
Vegetación espontanea sin labranza	80.22±8.82%
Sin cobertura	75.41±6.30%

Fuente: Gabriela Lucero

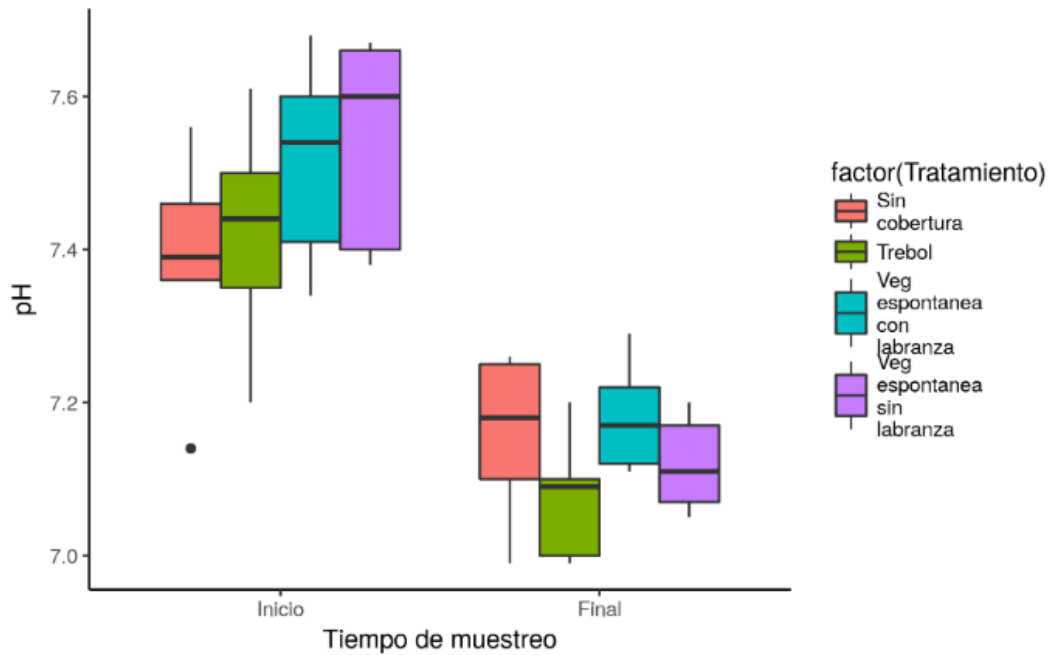


Figura 7. pH del suelo al inicio y final del experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga.

Fuente: Gabriela Lucero

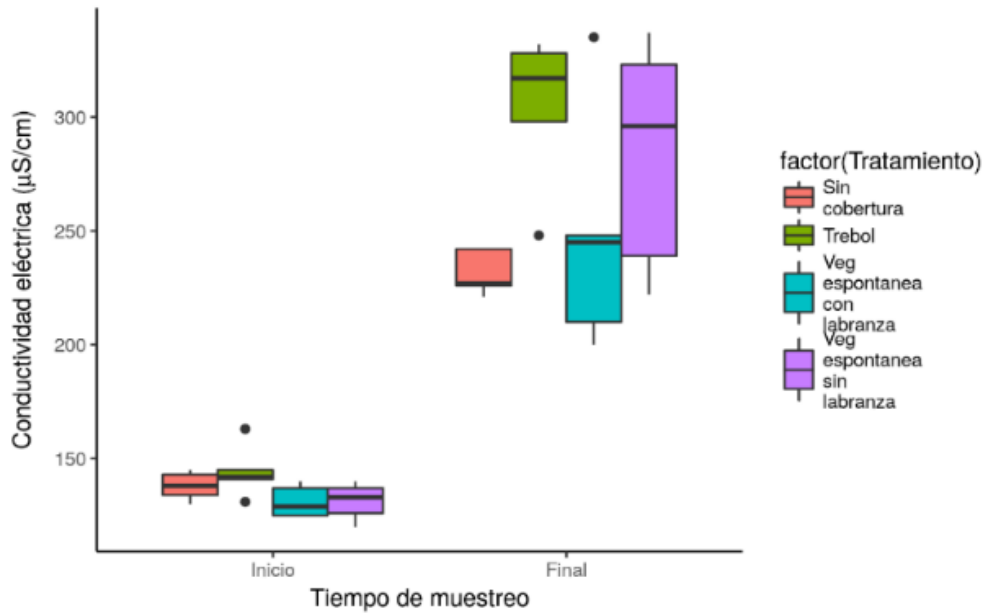


Figura 8. Conductividad Eléctrica del suelo al inicio y final del experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga.

Fuente: Gabriela Lucero

En el caso de la densidad aparente (Figura 9), tampoco se registraron diferencias entre tratamientos, pero si en los valores pre y post-cultivo, siendo las densidades para cada tratamiento típicamente mayores al final del cultivo. Este incremento de la densidad aparente implica una reducción de la porosidad del suelo que también es típico de los suelos cultivados después de un ciclo de producción. Este incremento de la densidad aparente no se observó en el cultivo con cobertura de vegetación espontánea sin labranza en donde la densidad aparente fue similar antes y después del cultivo. Esto se explica considerando que el suelo de este cultivo no fue laborado y consecuentemente su densidad aparente no fue reducida por la labor de arado.

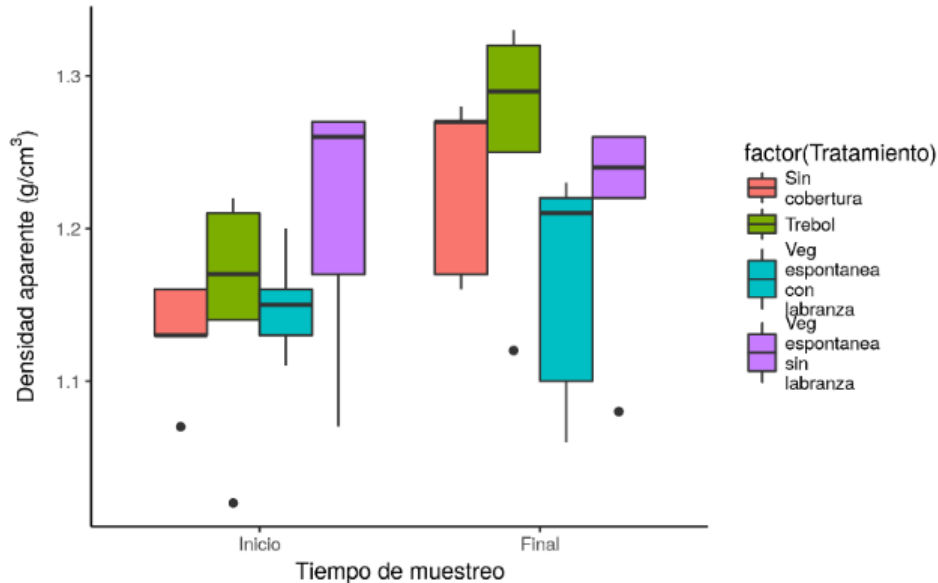


Figura 9. Densidad aparente del suelo al inicio y final del experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga.

Fuente: Gabriela Lucero

En el caso de la humedad del suelo (Figura 10), todos los tratamientos excepto el cultivo con vegetación espontánea sin labranza presentaron valores similares de humedad del suelo. En todos los tratamientos, los valores de humedad variaron dependiendo de la precipitación natural recibida en la parcela. La humedad del suelo en el cultivo con vegetación espontánea sin labranza fue significativamente mayor que en los otros tres tratamientos. La mayor humedad del suelo que retuvo fue en el cultivo con cobertura de vegetación espontánea sin labranza puede ser consecuencia de una mayor acumulación de raíces en la zona radicular de las parcelas. Dado que no se realizó labranza en este cultivo, las raíces mantienen la estructura del suelo e incrementaron el contenido de agua en la zona radicular.

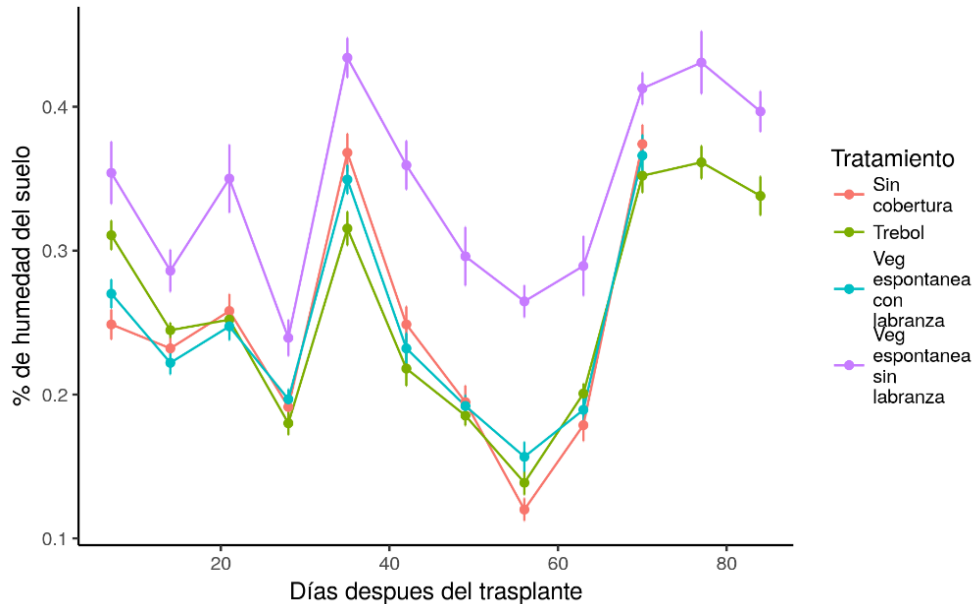


Figura 10. *Humedad del suelo durante el experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga.*

Fuente: Gabriela Lucero

En cuanto a la evolución de cobertura del suelo, al final del experimento todos los tratamientos terminaron con una cobertura vegetal casi completa del suelo con valores superiores al 75% de cobertura (Figura 11) de forma esperada, los cultivos con coberturas vegetales mantuvieron el suelo cubierto desde el inicio del experimento. Al cultivo sin cobertura le tomó cerca de 30 días alcanzar niveles de cobertura de suelo similares a los observados en los cultivos que tuvieron cobertura vegetal desde el inicio del cultivo.

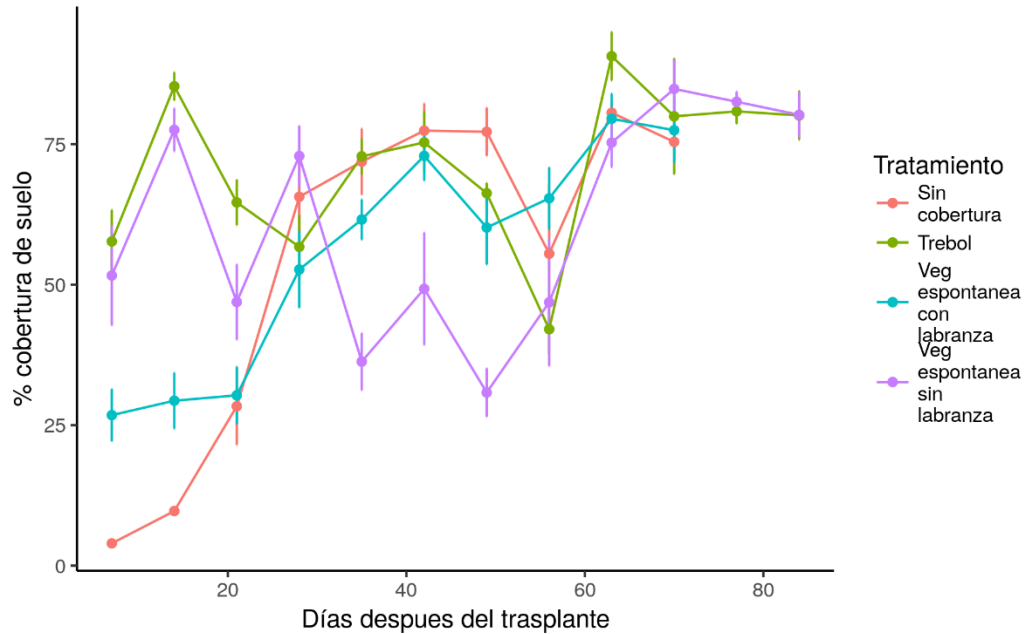


Figura 11. Cobertura vegetal durante el experimento bajo 4 manejos de cobertura en el cultivo de lechuga.

Fuente: Gabriela Lucero

### 5.3 Variables fisiológicas

La mayor acumulación de biomasa almacenada en el cultivo de cobertura se registró en el cultivo con cobertura de vegetación espontánea sin labranza en donde se acumularon en promedio 42.38 g de biomasa de cobertura en cada 0.09 m<sup>2</sup>, mientras que los cultivo con cobertura de trébol y vegetación espontánea con labranza acumularon cerca de 24.4 y 27.52 g respectivamente de la biomasa de cobertura en la misma área. El cultivo sin cobertura, obviamente no registró biomasa de cobertura puesto que se lo mantuvo limpio durante todo el desarrollo del cultivo.

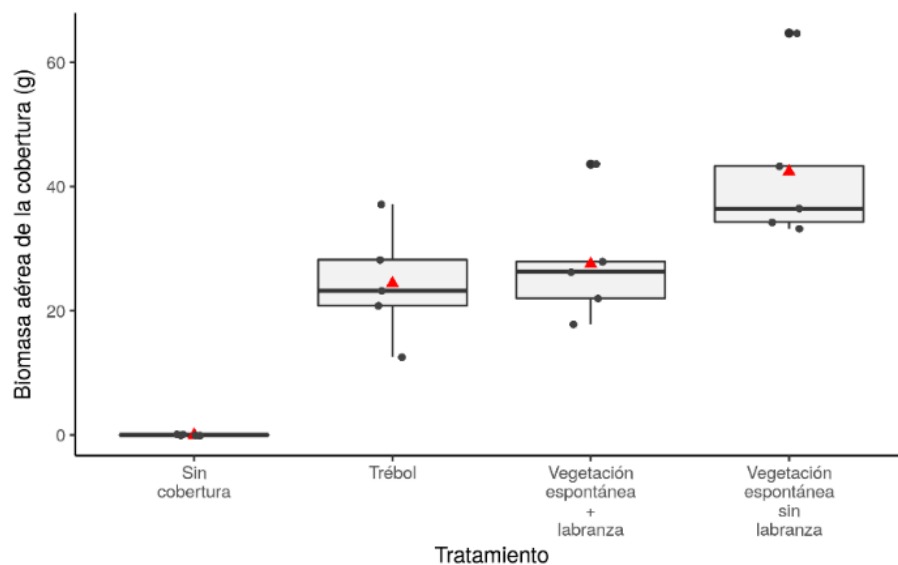


Figura 12. *Biomasa acumulada de la cobertura del suelo al final del experimento*  
Fuente: Gabriela Lucero

En cuanto a la biomasa de la lechuga, tanto la biomasa aérea como radicular de la lechuga fue similar en los cultivos sin cobertura, con cobertura de trébol y con cobertura de vegetación espontánea con labranza, pero diferente en el cultivo con vegetación espontánea sin labranza en donde los valores fueron significativamente menores (Figura 13 y Figura 14)

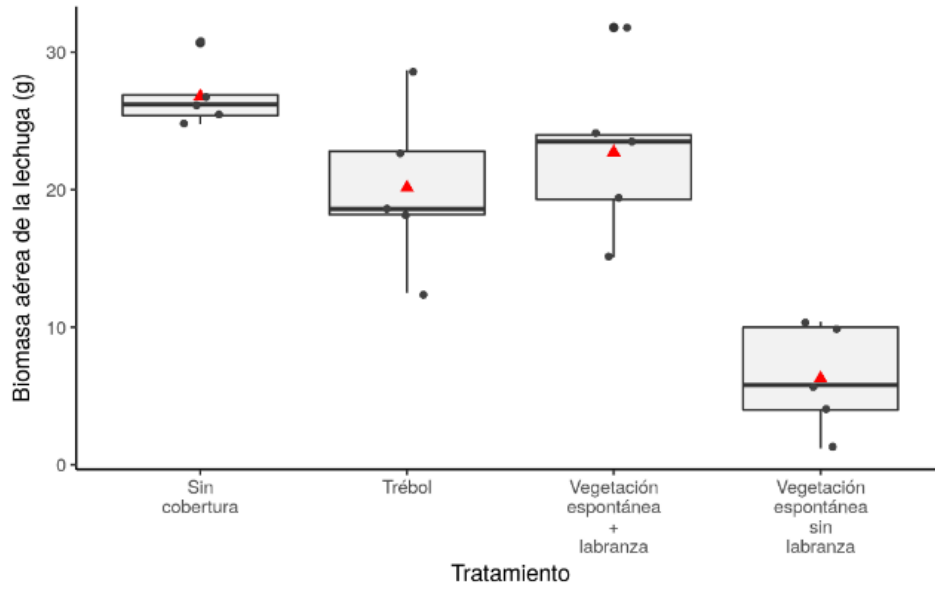


Figura 13. *Biomasa aérea acumulada del cultivo de lechuga*  
 Fuente: Gabriela Lucero

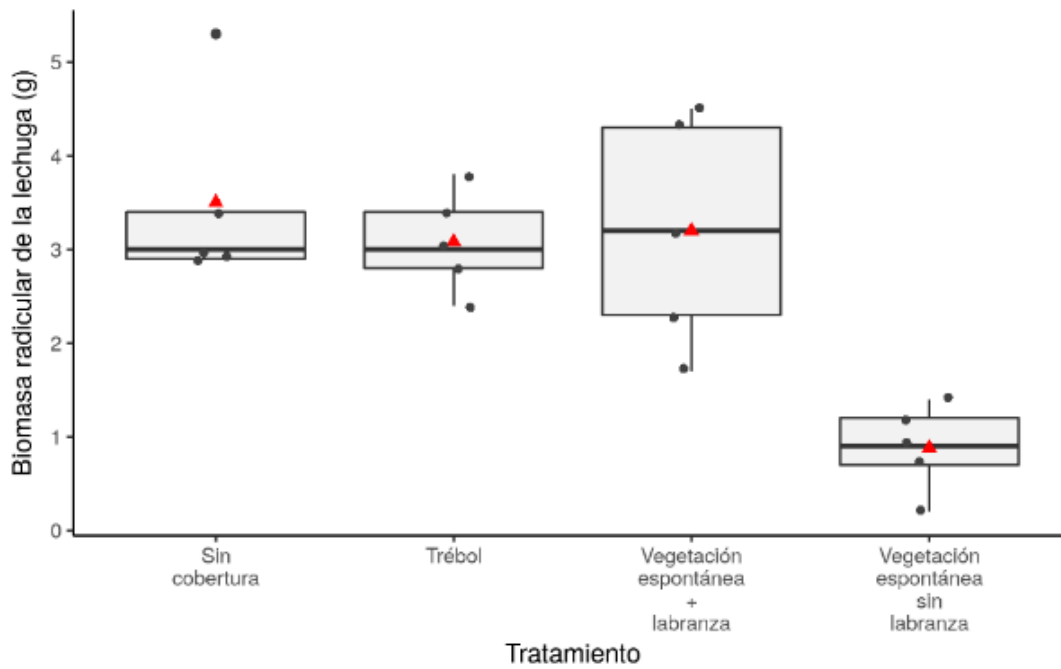


Figura 14. *Biomasa radicular acumulada del cultivo lechuga*  
 Fuente: Gabriela Lucero

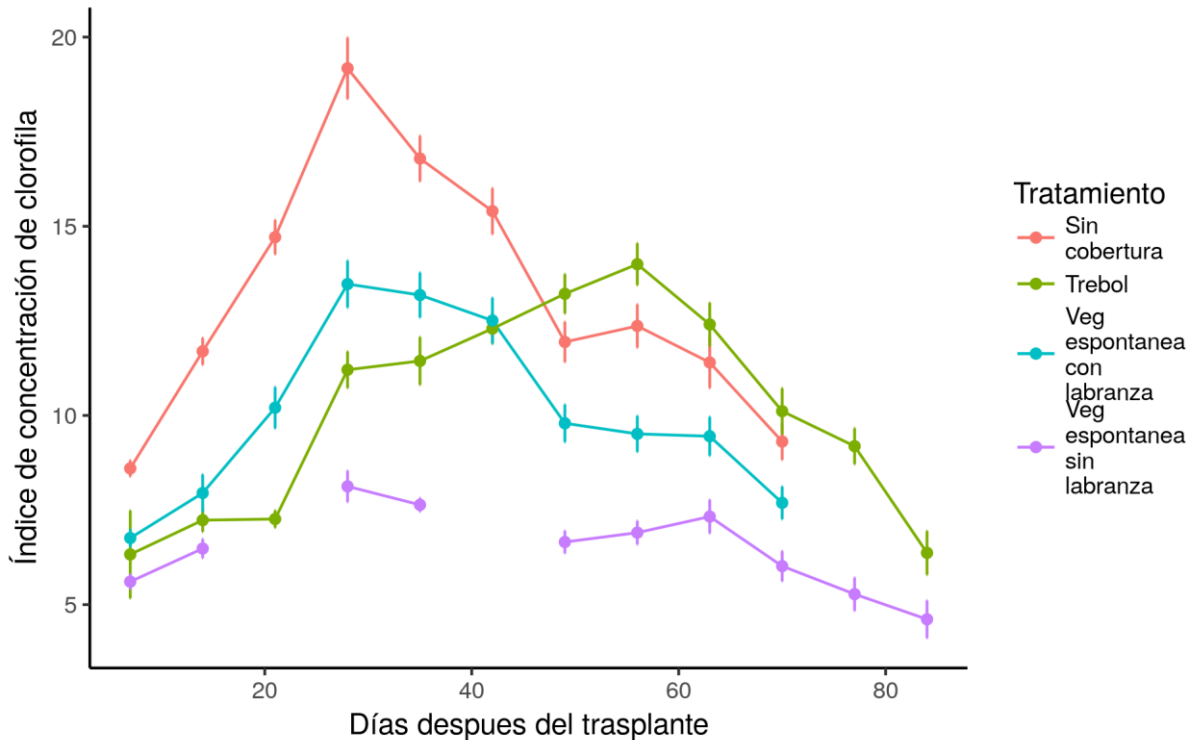


Figura 15. *Índice de la concentración de clorofila* durante el desarrollo del experimento  
Fuente: Gabriela Lucero

Respecto al índice de concentración de clorofila, se observó que este fue mayor en el cultivo sin cobertura hasta los 30 días después del trasplante, no obstante, posteriormente se redujo hasta niveles similares a los del cultivo con cobertura de trébol. En todos los tratamientos se observó un incremento sostenido del índice de concentración de clorofila conforme el cultivo se desarrollaba y luego un descenso del mismo hacia mitad del ciclo de producción. Al final del experimento, el índice de concentración de clorofila fue mayor en el cultivo sin cobertura y con cobertura de trébol, y diferente de los otros dos tratamientos.

#### 5. 4 Costos de producción

El costo de producción del cultivo con cobertura es mayor en comparación con el sistema de cultivo tradicional sin cobertura debido principalmente al incremento del costo de la mano de





obra necesaria para mantener la cobertura (Tablas 7-9). En el caso de la cobertura con trébol, los costos se incrementan aún más por el costo de la semilla y el tiempo necesario para la siembra de la cobertura. No obstante, a largo plazo, estos costos podrían ser considerados inversión debido a los potenciales beneficios que estas prácticas podrían proveer al mejorar la conservación del suelo y su fertilidad. El tratamiento con cobertura de vegetación espontánea sin labranza presentó costos intermedios, pero debido a su bajo rendimiento no sería viable practicar comercialmente.

Tabla 7. Cobertura con el trébol

Unidad		Cantidad	Costo Unitario USD	Sub total
<b>Materia Prima</b>				
Plántulas	Unidad	150	0,03	4,5
trébol	libras	1/2	2,5	2,5
<b>Mano de Obra</b>				
Laboreo del suelo	Días	2	15	30
Corte cobertura	Horas	4,16	1,61	6,70
<b>Costo variable</b>				
Rotavator	Min	30	0,10	3
desbrozadoras	Horas	30	0,15	4,5
análisis de suelo inicial	Muestras	1	8,25	8,25
análisis de suelo final	Muestras	1	10	10
<b>Total</b>				<b>69.45</b>

Fuente: Gabriela Lucero

Tabla 8. Cobertura espontanea sin labranza

Unidad		Cantidad	Costo Unitario USD	Sub total
<b>Materia Prima</b>				
Plántulas	Unidad	150	0,03	4,5
<b>Mano de Obra</b>				
siembra	Horas	1	1,61	1,61
Corte cobertura	Horas	6,25	1,61	10,06
<b>Costo variable</b>				



desbrozadoras	Horas	30	0,15	4,5
Análisis de suelo inicial	Muestras	1	8,25	8,25
Análisis de suelo final	Muestras	1	10	10
<b>Total</b>				<b>38.92</b>

Fuente: Gabriela Lucero

Tabla 9. Cobertura espontanea con labranza

	Unidad	Cantidad	Costo Unitario USD	Sub total
<b>Materia Prima</b>				
Plántulas	Unidad	150	0,03	4,5
<b>Mano de Obra</b>				
Laboreo del suelo	Días	2	15	30
Corte cobertura	Horas	2,08	1,61	3,35
<b>Costo variable</b>				
Rotavator	Min	30	0,10	3
Desbrozadoras	Horas	30	0,15	4,5
análisis de suelo inicial	Muestras	1	8,25	8,25
análisis de suelo final	Muestras	1	10	10
<b>Total</b>				<b>63.60</b>

Fuente: Gabriela Lucero

Tabla 10. Sin cobertura

	Unidad	Cantidad	Costo Unitario USD	Sub total
<b>Materia Prima</b>				
plántulas	Unidad	150	0,03	4,5
<b>Mano de Obra</b>				
Laboreo del suelo	Días	2	15	30
Corte cobertura	Horas	2,08	1,61	3,35
<b>Costo variable</b>				
Rotavator	Min	30	0,10	3
desbrozadoras	Horas	30	0,15	4,5



análisis de suelo inicial	Muestras	1	8,25	8,25
análisis de suelo final	Muestras	1	10	10
<b>Total</b>				<b>63,6</b>

Fuente: Gabriela Lucero

## 5.5 Entomofauna

Al realizar la identificación de los insectos a nivel de orden en cada una de las parcelas de los tratamientos se encontraron principalmente coleópteros y ortópteros. En el tratamiento con cobertura de trébol se encontraron 32 insectos en promedio, en el tratamiento con cobertura de vegetación espontánea con labranza 8, en el de vegetación espontánea sin labranza 20, y en el tratamiento sin cobertura 6. No obstante, los datos fueron altamente variables entre parcelas del mismo tratamiento y entre tratamiento, incumpliendo la condición de homocedasticidad, y no se pudieron evaluar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 11. *Resultados de las medias de tendencias para las variables de entomofauna*

<b>Parcelas</b>	<b>Media±DE</b>
Cobertura de Trébol	6,4±3,91
Vegetación espontanea con labranza	1,6±0,89
Vegetación espontanea sin labranza	4±3,67
Sin cobertura	1,2±1.79

Fuente: Gabriela Lucero

Al analizar el número de insectos en cada orden por separado se observaron diferencias (no evaluadas estadísticamente) entre tratamientos en diferentes tiempos muestreos. Así, durante la primera semana en la parcela de trébol se observó un mayor número de insectos ortópteros, mientras que en la parcela con vegetación espontánea sin labranza se observaron más coleópteros. En las semanas siguientes, el número de insectos colectados se mantuvo bajo y se notó un aparente efecto negativo de la lluvia en la presencia de las especies.



En general, la parcela con cobertura de trébol albergó un mayor número de especies y fue en términos generales más diversa que las otras coberturas en base al índice de Shannon-Weaver (Tabla 12). Al analizar el índice de diversidad de Shannon-Weaver de los insectos colectados, se observa en general una baja diversidad de insectos en todos los tratamientos, aunque los valores varían entre estos. Los insectos encontrados con mayor frecuencia fueron los saltamontes (*Caelifera spp.*). Por otra parte, en el cultivo sin cobertura se observó el menor número de especies y el índice de diversidad de Shannon-Weaver más bajo.

Tabla 12. *Índice de diversidad*

**Tratamientos**                      **Riqueza de especies (S)**                      **Shannon-Weaver's H**

Parcela	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Trébol	8	11	4	8	1	0,39	0,42	0	0,39	0
Vegetación espontanea con labranza	2	1	1	1	3	0,3	0	0	0	0,28
Vegetación espontanea sin labranza	4	6	0	9	1	0,24	0,24	0	0,38	0
Sin cobertura	0	0	2	0	4	0	0	0,3	0	0,24

Fuente: Gabriela Lucero



## CAPITULO VI: DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que algunas de las coberturas evaluadas afectaron el desarrollo del cultivo de la lechuga de diferente manera. La cobertura con vegetación espontánea sin labranza produce más materia seca en la parcela y retiene mayor cantidad de humedad comparado con el resto de los tratamientos, pero afecta negativamente al rendimiento comercial y a la acumulación de biomasa en el cultivo ya que la mayor parte de la materia seca producida se concentran en la cobertura. Por otra parte, la cobertura con vegetación espontánea con labranza y la cobertura con trébol produjeron rendimientos similares al control sin cobertura a excepción del índice cobertura vegetal. Esta combinación de resultados (i.e. similar rendimiento y mayor cobertura vegetal) podría ser beneficiosa para el desarrollo del cultivo y la conservación de la fertilidad del suelo. En estos sistemas, los nutrientes podrían reciclarse más a menudo y mantenerse en la zona radicular del cultivo, por el aporte de los residuos en cada corte. En este sentido, la leguminosa tiene una relación C/N de 25 y las gramíneas superan este valor, por lo tanto, se descompone más rápido por la baja presencia del carbón, aportando nitrógeno inorgánico para el cultivo (Miguez, y 2009). Este efecto podría explicar los resultados obtenidos en la Fig.14 en el cual el índice de concentración de clorofila en el tratamiento con cobertura de trébol fue mayor en fases tardías del cultivo con respecto al control sin cobertura.

Esta práctica es aplicable a nuestra zona, por lo que las precipitaciones son esporádicas durante todo el año y la cobertura nos ayuda con la retención de humedad que es aprovechada por el cultivo. Cabe mencionar que el experimento realizado no requirió aplicaciones importantes de riego, excepto durante las dos primeras semanas después del trasplante.



Posteriormente, debido a precipitaciones frecuentes, no fue necesario irrigar hasta el fin del ciclo del cultivo.

La degradación de suelos y la pérdida de los recursos hídricos es un problema trascendental que amenaza a la sostenibilidad agrícola y la provisión de alimentos (Binyam, 2015). Varios autores que trabajaron con cultivos de cobertura con leguminosa por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico recuperaron los suelos, este proceso es progresivo dependiendo del tipo de material y el suelo. En el caso de este trabajo, se han distinguido potenciales efectos favorables del uso de coberturas vivas en cultivos de hortalizas, no obstante, sólo se evaluó un cultivo y un sólo ciclo de producción y esta práctica debe ser evaluada con mayor profundidad antes de poder recomendarla a los productores. De forma similar, debido a las características del sistema, es necesario evaluar la factibilidad de desarrollar varios cultivos comerciales sobre la misma cobertura dentro de un programa de rotación más largo.

Marinho , y otros (2007) desarrolló un estudio similar en Brasil en el cual usó la gramínea, avena negra (*Avena strigosa*) y una leguminosa, la arveja (*Pisum sativum*), sembradas al voleo y pisoteadas antes del trasplante, permitió a los agricultores e investigadores reconocer los beneficios como producción de materia orgánica *in situ*, protección del suelo, reducción de enfermedades y obtener un mejor ingreso producto de su trabajo, se vio diferencia en el costo de producción que las observadas en esta tesis, el sistema de cultivo con cobertura es mayor en comparación con el sistema de cultivo tradicional por el costo de mano de obra para mantener la cobertura.



## CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones.

Dos de las tres coberturas evaluadas (vegetación espontánea con labranza y trébol con labranza) generaron rendimientos similares a los observados en el control sin cobertura.

La cobertura con vegetación espontánea y labranza mínima produjo los rendimientos más bajos y afectó negativamente el desarrollo del cultivo.

Los parámetros edáficos no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos excepto el caso del contenido de humedad del suelo.

De las tres coberturas evaluadas los tratamientos con vegetación espontánea con labranza y trébol con labranza fueron los que mejor funcionaron ya que permitieron el desarrollo del cultivo y alcanzar rendimientos similares al control sin cobertura (entre  $423,6 \pm 153,22$  y  $539,38 \pm 134,26$  g por lechuga), pero, a diferencia del control sin cobertura, estos tratamientos aportaron con los beneficios derivados de la protección de la superficie del suelo al mantenerlo cubierto por más tiempo y así reducir su riesgo de erosión.



## 7.2 Recomendaciones.

En zonas tropicales esta técnica ha sido aplicada a varios tipos de cultivo, pero algunas coberturas son alelopáticas al cultivo por lo que es necesario hacer más pruebas para recomendar a los agricultores.

Es necesario caracterizar más profundamente cambios en parámetros físico-químicos del suelo en las diferentes coberturas.

Es importante evaluar el efecto de una cobertura establecida en ciclos subsiguientes de producción.

Se debería evaluar estas coberturas con suelos con mayor pendiente.





## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez, R., Steinbach, H., Grigera, S., Cartier, E., Obregon, G., Torri, S., & Garcia, R. (2004). The balance sheet method as a conceptual framework for nitrogen fertilization of wheat in a Pampean Agroecosystem. *Agronomy Journal*, vol. 96, pp. 1050-1057.
- Binyam, A. (2015). The Effect of Land Use Land Cover Change on Land Degradation. *Journal of Environment and Earth Science*, vol. 5, pp. 4-5. Obtenido de [www.iiste.org](http://www.iiste.org)
- Blaya, S., & Garcia, G. (2013). *Química del suelo y nutrientes esenciales para la planta* (tercera ed.). España: Mundi-Prensa.
- Climate-data.org. (2019). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-azuay/cuenca-875185/>
- Escobar, H. (2003). Análisis de costos para hortalizas ecológicas. *Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*, p.8. Obtenido de <https://www.universilibros.com/images/files/JTL001003-Preview.pdf>
- Espinosa, J., & Molina, E. (1999). Acidez y encalados de suelos. *International Plant Nutrition Institute*, p.3. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf>
- FAO. (1994). Tropical Soybean: improvement and productio. *Plant Production and Protection*, p. 5.
- Fernández, R., Quiroga, A., & Noellemeyer, E. (2012). Cultivos de cobertura, ¿una alternativa viable para la región semirárida pampeana? *Ciencia del Suelo*, vol. 3(2), 14p.



- Frideman, S. (2005). Soil properties influencing apparent electrical conductivity: a review. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol.46, pp. 45 - 70.
- Gorham, J., McDonnell, E., Budrewicz, E., & Wyn, J. (1985). Salt tolerance in the Triticeae: growth and solute accumulation in leaves of *Thinopyrum bessarabicum*. *Journal of Experimental Botany*, vol.36, pp. 1021–1031. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/jxb/36.7.1021>
- Guzman, G., & Alonso, M. (2001). El uso de abonos verdes en la Agricultura Ecologica. *Hojas Divulgativas*, p. 40.
- Labrada, R. (2004). *Manejo de malezas para paises en desarrollo. Addendum 1*. Roma (Italy).
- Labrada, R., Caseley, J., & Parker, C. (1996). Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. *Manejo de malezas para paises en desarrollo*, pp. 298-308.
- Marinho , G., Ndiae , A., Linhares, R., & Azevedo, J. (2007). Cultivo de Cobertura como indicadores de procesos Ecologicos. *LEISA*, Vol. 22(4), pp. 20-22. Obtenido de <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-22-numero-4>
- Marzetti, M., & Bertolotto, M. (2017). Bases para su manejo en sistemas de produccion. *Manejo de malezas poblema*, p.32.
- Mayer, J., Buegger, F., Jensen, E., Schlote, M., & Heß, J. (2003). Residual nitrogen contribution from grain legumes to succeeding wheat and rape and microbial process. *Plant Soil*, 255, pp. 541-554. doi:<https://doi.org/10.1023/A:1026081015076>
- Miguez, F., Villamil, M., Crandall, S., Ruffo, M., & Bollero, G. (2009). Los efectos de los cultivos de cobertura sobre los rendimientos de maíz. *Simposio Fertilidad 2009*, pp. 34 - 38.



- Milanesio, A. (2016). El trigo como cultivo de cobertura: efecto sobre la porosidad del suelo y la producción del cultivo subsiguiente. *Universidad Nacional del Litoral*, p. 3.
- Miretti, M., Pilatti, M., Lavado, R., & Imhoff, S. (2012). Historia de uso del suelo y contenido de micronutrientes en argiudoles del centro de la provincia de Santa Fe (Argentina). *Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo*, vol. 30(1), pp. 67 - 73.
- Montes , R. (2004). Evaluación agronomica de 5 cultivares de lechuga en condiciones de invierno. *Universidad Mayor de San Andres*, p. 49.
- Morales, F., & Martines, M. (2007). Cultivos de Cobertura. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*, p. 4. Obtenido de <http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Cultivos%20de%20cobertera.pdf>
- Navarro , H., Pérez, M., & Castillo, F. (2007). Evaluación de cinco especies vegetales como cultivos de cobertura en valles altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol.30, pp. 151-157. Obtenido de Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61030206>
- Olmstead, M. (2012). Cultivos de Cobertura para zonas aridas. *articles.extension.org*, pp. 4-6. Obtenido de <https://articles.extension.org/pages/31156/cultivos-de-cobertura-para-zonas-ridas-cover-crops-for-arid-areas>
- PROMOSTA (Proyecto de Modernización de los Servicios de la Tecnología Agrícola). (2005). *Guía tecnológicas de frutas y vegetales*. Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Sánchez, C., Souza, M., Matsura, E., & Freitas, N. (2010). Efecto de la cobertura en las propiedades del suelo y en la producción de frijol irrigado. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 13(2), pp. 41- 50. Obtenido de



[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262010000200006&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262010000200006&script=sci_abstract&tlng=en)

Sanclemente, O., & Patiño, C. (2015). Efecto del cultivo de cobertura: *Mucuna pruriens*, en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo Typic Haplustalfs cultivado con maíz. *Revista Entramado*, vol. 11(1), pp 206 - 211. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21137>

Shannon, C., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of Communication. *University of Illinois Press*, p. 144.

Tapia, M. (2014). Prácticas y saberes ancestrales de los agricultores de San Joaquín. *Universidad Politécnica Salesiana*, p. 226.

Valdés, M. (2011). Cultivos de Cobertura. *Revista Agricultura Orgánica*, vol. 1, p. 4.

(Labrada, Manejo de malezas para países en desarrollo. Addendum 1, 2004)



ANEXOS



Foto 1. Delimitación área de trabajo





Foto 2. Delimitación de las parcelas



Foto 3. Corte de la cobertura para la siembra



Foto 4. Semillero



Foto 5. Trasplante de las lechugas



Foto 6. Toma de muestra de suelo



Foto 7. Peso del suelo



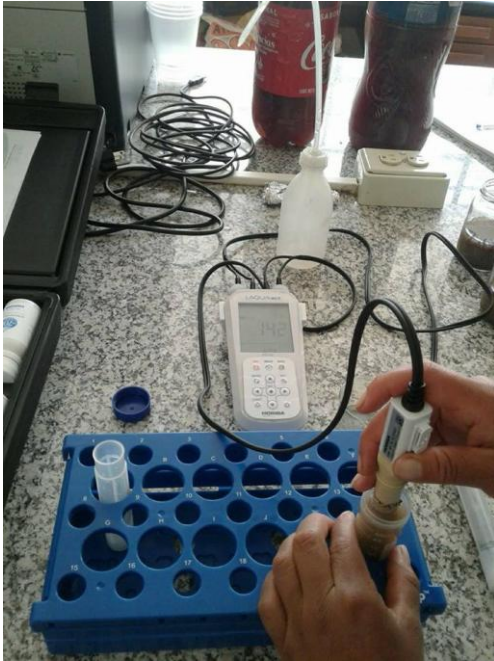


Foto 8. Análisis del pH, densidad.



Foto 9. Cobertura con vegetación espontánea con labranza



Foto 10. Cobertura con trébol con labranza



Foto 11. Cobertura con vegetación espontánea con labranza



Análisis de suelo completo



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaquce www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



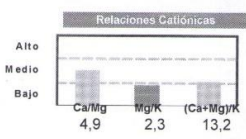
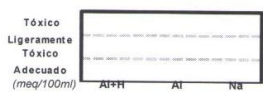
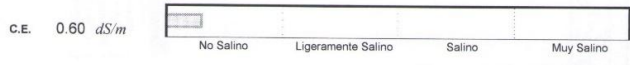
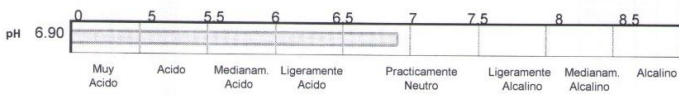
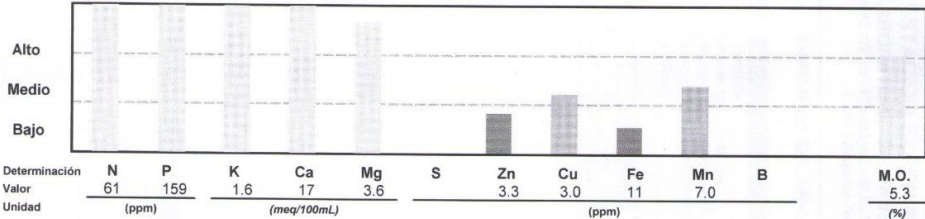
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	GABRIELA LUCERO	Teléfono :	N/E
Dirección :		e-mail :	N/E
Ciudad :	Cuenca		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :		Parroquia :	Cuenca
Provincia :	Azuay	Ubicación :	CAMPUS YANUNCAY
Cantón :	Cuenca	Latitud :	
		Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	5212	Responsable Muestreo :	Cliente
Identificación :		Fecha Muestreo :	09/11/2017
Cultivo Actual :	BARBECHO	Fecha Ingreso :	13/11/2017
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	20/11/2017
		Fecha Emisión :	24/11/2017

**INTERPRETACION**



Σ Bases	
23,14	meq/100mL
<b>% Materia Seca:</b>	
<b>% Humedad:</b>	

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción Atómica	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
S	Colorimetría	Pasta Saturada
B	Volumetría	Pasta Saturada
Cl	Oxidación	No aplica
M.O.	Via Humeda	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductométrica	Pasta Saturada
Textura	Boyucoccus	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Al + H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos							
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0		

**Responsable laboratorio**

**GRANJA EXPERIMENTAL CHUQUIPATA**  
 Laboratorio de Suelos y Aguas  
**Laboratorista**

N/E: No Entrega  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

**Fecha Impresión : 27/11/2017**





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Guafacso www@ininp.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**

Nombre : GABRIELA LUCERO  
 Dirección : CUENCA  
 Ciudad : CUENCA  
 Teléfono : N/E  
 Técnico :  
 Correo-e : N/E

**DATOS DE LA PROPIEDAD**

Nombre : AZUAY  
 Provincia : YANUNCAY  
 Parroquia : YANUNCAY  
 Ubicación : CAMPUS YANUNCAY  
 Latitud :  
 Longitud :

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha Muestreo : 09/11/2017  
 Fecha Ingreso : 13/11/2017  
 Fecha Emisión : 24/11/2017  
 Cultivo Actual : BARBECHO

Nº Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>						cm <sup>3</sup> /100ml			ds/m		%	
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	M.S.	H.
5212		53	16	31	Francos-Arcillo-Arenoso	0.28	0.48	0.18	0.10	0.26	1.32				0.50	NS	5.34	A

A.H., Al, Na	Interpretación	C.E.	M.O.
Ad = Adecuado	NS = No Salino	B = Bajo	
LT = Ligero, Toxco	LS = Lqs. Salino	M = Medio	
T = Toxco	S = Salino	A = Alto	
	NS = Muy Salino		

C.C.	Altebrística
Sat.	Capacidad de campo
P.M.	Saturación
A.D.	Punto de Marchitez
C.H.	Agua Disponible
	Conductividad Hidráulica

Responsable Laboratorio

C.E.	Altebrística
M.O.	Condensación Eléctrica
D.A.	Maten. Orgánica
N.T.	Densidad Aparente
C.N.	Relación Total
M.S.	Relación Carbono/Nitrogeno
H.	Maten. Seca
	Humedad

Metodología	Extracción
Ure	No Agua
C.E.	Agua
NT	No Agua

Ure	Extracción	Niveles de Referencia
Al+H	Agua	Liq. Toxco
Al	Agua	0.51 - 1.50
Na	Agua	0.31 - 1.00
		0.50 - 1.00
		Liq. Salino
		2.00 - 4.00
		Medio
		3.10 - 5.00

NE: No Entrega  
 Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.

Fecha de Impresión: 27/11/2017

Página 2 de 2

Laboratorista



ININP  
 ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIF  
 Laboratorio de Suelos y Aguas



Análisis de suelo N, P, K después de la cosecha



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



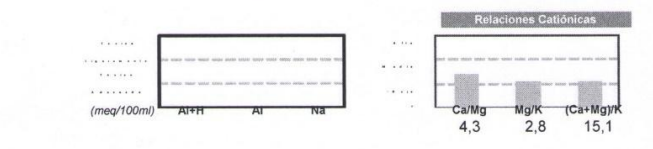
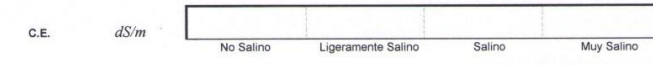
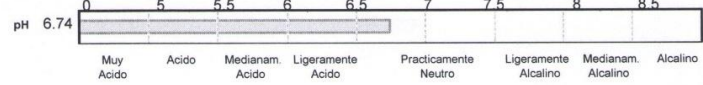
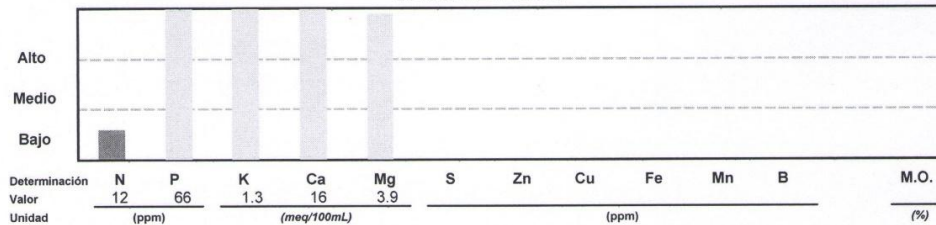
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	UNIVERSIDAD DE CUENCA (4)	Teléfono :	N/E
Dirección :		e-mail :	N/E
Ciudad :	Cuenca		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	Azuay	Parroquia :	Cuenca
Provincia :	Azuay	Ubicación :	CAMPUS YANUNCAY
Cantón :	Cuenca	Latitud :	
		Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	5450	Responsable Muestreo :	Cliente
Factura No. :	0	Fecha Muestreo :	23/04/2018
Identificación :	SIN COBERTURA	Fecha Análisis :	02/05/2018
Cultivo Actual :	HORTALIZAS	Fecha Ingreso :	24/04/2018
		Fecha Emisión :	08/05/2018

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante	Determinación	Metodología	Extractante	Niveles de Referencia Optimos							
N, P	Colorimetría	Olsen	pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)	N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
K, Ca, Mg	Absorción	Olsen Modificado	CE	Conductometría	Pasta Saturada	P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5	Textura	Bouyoucos	No Aplica	K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca	Al + H	Volumetría	K, Cl, 1 N	Ca	4 - 6	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
B	Colorimetría	Monobásico	Na	Absorción	Pasta Saturada	Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0		
Cl	Volumetría	Pasta Saturada	E. Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5								
M.O.	Oxidación	No aplica											
	Via Humeda												

**Responsable laboratorio**

**Laboratorista**

N/E: No Entrega  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 08/05/2018





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaquino www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



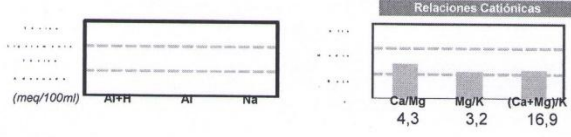
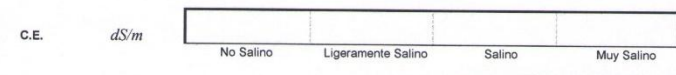
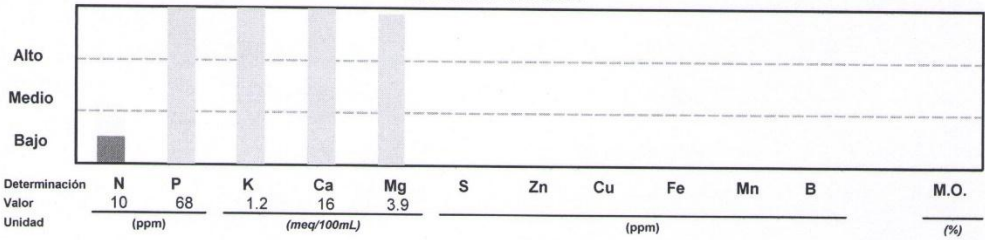
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : UNIVERSIDAD DE CUENCA (4)	Teléfono : N/E		
Dirección :	e-mail : N/E		
Ciudad : Cuenca			

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	Parroquia : Cuenca		
Provincia : Azuay	Ubicación : CAMPUS YANUNCAY		
Cantón : Cuenca	Latitud : Longitud :		

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 5451	Responsable Muestreo : Cliente	Factura No. : 0	
Identificación : PLANTAS EXPONTANEA	Fecha Muestreo : 23/04/2018	Fecha Análisis : 02/05/2018	
Cultivo Actual : HORTALIZAS	Fecha Ingreso : 24/04/2018	Fecha Emisión : 08/05/2018	

**INTERPRETACION**



∑ Bases  
21,88  
meq/100mL

% Materia Seca:  
% Humedad:

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción Atómica	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn		
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Oxidación	No aplica
	Via Humeda	

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductométrica	Pasta Saturada
Tenura	Boyoyous	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Al + H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0		

**Responsable laboratorio**

Laboratorio de Suelos y Aguas  
 ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIPATA  
**Laboratorista**

N/E: No Entrega  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 08/05/2018



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



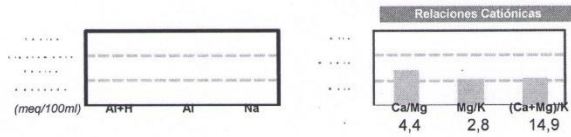
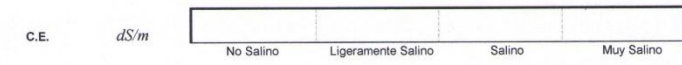
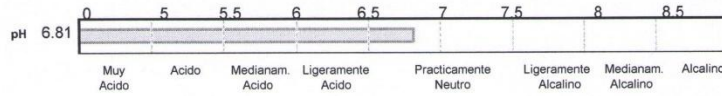
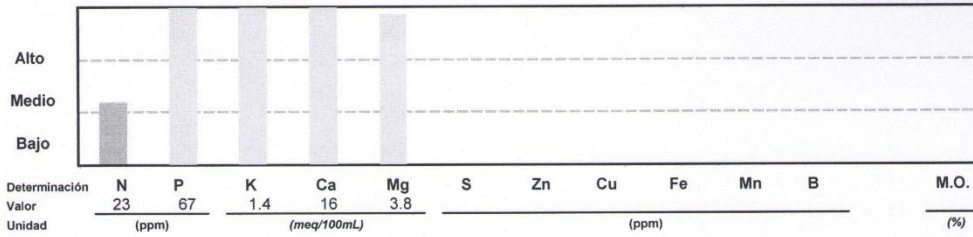
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	UNIVERSIDAD DE CUENCA (4)	Teléfono :	N/E
Dirección :		e-mail :	N/E
Ciudad :	Cuenca		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :		Parroquia :	Cuenca
Provincia :	Azuay	Ubicación :	CAMPUS YANUNCAY
Cantón :	Cuenca	Latitud :	
		Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	5452	Responsable Muestreo :	Cliente
Identificación :	TREBOL	Fecha Muestreo :	23/04/2018
Cultivo Actual :	HORTALIZAS	Fecha Ingreso :	24/04/2018
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	02/05/2018
		Fecha Emisión :	08/05/2018

**INTERPRETACION**



Σ Bases  
 22,21  
 meq/100mL

% Materia Seca:  
 % Humedad:

Determinación	Metodología	Extractante	Determinación	Metodología	Extractante	Niveles de Referencia Óptimos							
N, P	Colorimetría	Olsen	pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1: 2.5)	N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado	CE	Conductometría	Pasta Saturada	P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca+Mg	2 - 8
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5	Textura	Bouyoucos	No aplica	K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca	Al	Volumetría	K, Cl, 1 N	Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
B	Colorimetría	Monobásico	Al + H			Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0		
Cl	Volumetría	Pasta Saturada	Na	Absorción	Pasta Saturada								
M.O.	Oxidación	No aplica	E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5								
	Via Humeda												

*[Signature]*  
 Responsable laboratorio

*[Signature]*  
 Laboratorista

N/E: No Entrega  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 08/05/2018







**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaquero www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



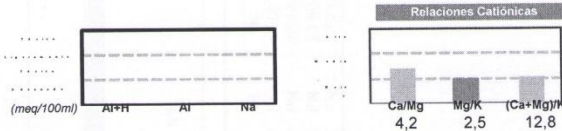
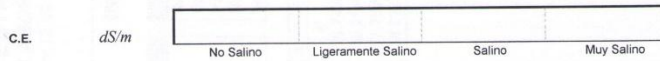
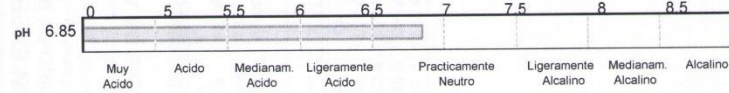
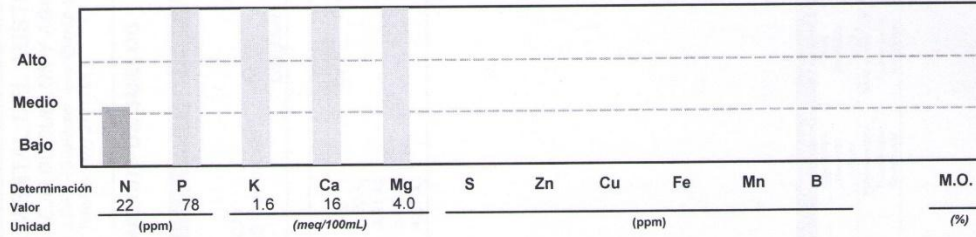
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : UNIVERSIDAD DE CUENCA (4)	Teléfono : N/E		
Dirección :	e-mail : N/E		
Ciudad : Cuenca			

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	Parroquia : Cuenca		
Provincia : Azuay	Ubicación : CAMPUS YANUNCAY		
Cantón : Cuenca	Latitud : Longitud :		

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 5453	Responsable Muestreo : Cliente	Factura No. : 0	
Identificación : KIKUYO	Fecha Muestreo : 23/04/2018	Fecha Análisis : 02/05/2018	
Cultivo Actual : HORTALIZAS	Fecha Ingreso : 24/04/2018	Fecha Emisión : 08/05/2018	

**INTERPRETACION**




Σ Bases  
22,27  
meq/100mL

% Materia Seca:  
% Humedad:

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Oxidación	No aplica
	Vía Humeda	

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conducimetría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Al + H		Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos					
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0
				(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0

  
Responsable laboratorio

  
Laboratorista

N/E: No Entrega  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 08/05/2018



### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable peso comercial**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.98234$ ,  $p\text{-value} = 0.9606$

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 2.9832,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.3942$

### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable biomasa aérea**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.96183$ ,  $p\text{-value} = 0.5809$

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 3.7401,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.2909$

### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable biomasa radicular**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.96921$ ,  $p\text{-value} = 0.7382$

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 4.4456,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.2172$

### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable altura del repollo**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.91194$ ,  $p\text{-value} = 0.06942$

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 0.42407,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.9352$

### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable diámetro del repollo**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.88087$ ,  $p\text{-value} = 0.01834$



Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 4.9021, df = 3, p-value = 0.1791

### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable pH**

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.95627, p-value = 0.4723

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 1.301, df = 3, p-value = 0.7289

### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable densidad aparente**

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.82733, p-value = 0.002275

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 0.47502, df = 3, p-value = 0.9243

### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable conductividad eléctrica**

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.96041, p-value = 0.5521

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 8.1667, df = 3, p-value = 0.04269

### **Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable porcentaje de cobertura del suelo**

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.86257, p-value = 0.008721

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 5.7089, df = 3, p-value = 0.1267



**Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable índice de contenido de clorofila**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.98833$ ,  $p\text{-value} = 0.2058$

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 8.2134,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.0418$

**Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable número de hojas acumuladas**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.98775$ ,  $p\text{-value} = 0.1754$

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 15.527,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.001418$

**Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable humedad del suelo**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.97898$ ,  $p\text{-value} = 0.3869$

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 1.1234,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.7714$

**Análisis de normalidad y homocedasticidad de la variable temperatura del suelo**

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.92733$ ,  $p\text{-value} = 0.001532$

Bartlett test of homogeneity of variances

Bartlett's K-squared = 4.7543,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.1907$