

**Determinación del efecto de la complementación de la fertilización con dos productos foliares orgánico y orgánico-mineral a diferentes dosis en el cultivo de la lechuga *Lactuca sativa* L.**

**LIZETH BARRANCO MARTÍNEZ**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**PAMPLONA, 7 de diciembre de 2017**

**Determinación del efecto de la complementación de la fertilización con dos productos foliares orgánico y orgánico-mineral a diferentes dosis en el cultivo de la lechuga *Lactuca sativa* L.**

**LIZETH BARRANCO MARTÍNEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Director: CARLOS H. GARCÍA FONSECA**

**Biólogo – Magister en Agronomía**

**carhergar@unipamplona.edu.co**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**Pamplona, 7 de diciembre de 2017**

## **DEDICATORIA**

### **A mi madre María Martínez S.**

Por su amor incondicional, por la confianza depositada en mí, por su comprensión, ejemplo y consejos y sobre todo por haber hecho de mí una persona responsable.

### **A mis hermanas Melissa y Yesenia B.M**

Por su gran apoyo, por siempre estar junto a mí y muchas veces ocupando en el lugar de madre.

### **A mis sobrino Juan Diego Rojas y Adrián García**

A quienes adoro y son una fuente de motivación para cumplir mis metas.

## AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje experiencia y sobre todo felicidad.

A mi madre, María Martínez S. y a mis hermanas, Melissa y Yesenia B. M. que me apoyaron y motivaron desde un principio para iniciar mis estudios y poder terminarlos satisfactoriamente.

A mi director de tesis Carlos H. García, por su conocimiento, experiencia y paciencia. Quien, con su valiosa dirección y apoyo, ha sido fundamental para elaboración de mi tesis y la culminación de mi carrera.

A mis docentes agradecerles por el tiempo, dedicación, esfuerzo y conocimiento aportado durante mi etapa en la universidad.

A mis amigos y compañeros por sus consejos, por la colaboración que me brindaron, a ellos también quiero dejarles un mensaje, “que esta etapa en la universidad no es una simple carrera, sino una meta cumplida más nuestras vidas”.

**TABLA DE CONTENIDO**

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2.1 Planteamiento y descripción del problema .....	12
2.2 Justificación .....	12
2.3 Delimitación.....	13
3. OBJETIVOS .....	15
3.1. Objetivo general.....	15
3.2. Objetivos específicos .....	15
4. MARCO DE REFERENCIA.....	16
4.1 Antecedentes .....	16
4.2 Marco contextual .....	19
4.3 Marco Teórico.....	20
4.3.1 La lechuga <i>Lactuca sativa</i> L.....	20
4.3.2 Morfología. ....	21
4.3.3 Requerimientos del cultivo. ....	22
4.3.4 Principales labores en el cultivo .....	22
4.3.5 Fertilización edáfica.....	24
4.3.6 La fertilización foliar. ....	25

4.3.7 Deficiencias de nutrientes .....	26
5. METODOLOGÍA .....	32
5.1 Diseño de trabajo en campo.....	32
5.2 Diseño experimental .....	33
5.3 Variables de respuesta .....	34
5.4 Manejo agronómico del cultivo .....	34
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	36
7. CONCLUSIONES .....	43
8. RECOMENDACIONES.....	44
9. BIBLIOGRAFÍA .....	45
10. ANEXOS .....	48

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Descripción taxonómica de la Lechuga.....	19
Tabla 2. Recursos requeridos en el proyecto .....	34
Tabla 3. Cronograma de ejecución del proyecto .....	35

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Fotografía satelital del lugar de trabajo.....	19
Figura 2. Ubicación geoespacial de los tratamientos.....	32
Figura 3. Peso fresco de la lechuga en cada tratamiento.....	36
Figura 4. Peso de las hojas de la lechuga en cada tratamiento.....	37
Figura 5. Altura de la lechuga en cada tratamiento.....	38
Figura 6. Largo de la raíz de la lechuga en cada tratamiento.....	39
Figura 7. Peso seco de la lechuga en cada tratamiento.....	40
Figura 8. Comparación de dosis de Biohumus orgánico.....	41
Figura 9. Comparación de dosis de Biohumus C – K.....	42



## 1. INTRODUCCIÓN

La Lechuga *Lactuca sativa* L. es una de las hortalizas de mayor importancia para el consumo en fresco de la alimentación humana por el contenido de minerales y vitaminas, es una fuente importante de calcio, hierro y vitamina A, proteína, ácido ascórbico (vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2) y niacina (Gobernación de Antioquia, 2016).

En Colombia posee importancia económica, siendo cultivada todo el año, el 2014 se reportó una extensión de 4070 ha sembradas y una producción de 83.643 toneladas, concentrándose esta en el departamento de Cundinamarca, donde tiene la mayor participación (64,20%), seguido de Nariño (16,14%) y Antioquia (12,77%). Norte de Santander al año 2014 presentaba una extensión de 424 ha con una producción de 1392 toneladas anuales y es una de las hortalizas de mayor consumo per cápita y fuente de ingresos para gran parte de las familias hortofrutícolas del departamento, en especial de los municipios de Silos y Mutiscua (AGRONET, 2017).

Al mismo tiempo que se incrementaba el área de siembra en nuestro país, también hubo una diversificación de tipos varietales, entre los que se incluyen las lechugas tipo Batavia, lisa o mantequilla, tipo Cos o Romana, las minihortalizas tipo Baby Leaf, y las lechugas foliares lisas y crespas de diferentes tonalidades verdes, rojas y moradas (Gobernación de Antioquia, 2016).

La nutrición de las plantas es uno de los factores que regulan el desarrollo y rendimiento de todas las plantas cultivables, entre ellas la lechuga. En esta especie el nitrógeno es utilizado en la síntesis de proteínas, clorofila y el metabolismo vegetal, el Fosforo ejerce el desarrollo radicular y del cogollo; el Potasio es un mineral que contribuye al potencial osmótico de células y tejidos, según con Samra y Arora (1997), el potasio mejora la calidad y duración del cultivo y también alivia las condiciones de estrés. Con respecto a los elementos menores de mayor importancia para la lechuga se encuentra el calcio, el cual es el catión encargado de la asimilación del potasio, sodio y magnesio; y el boro, que junto con el calcio participan en la síntesis de las paredes celulares y es esencial para la división celular, por lo que es importante en el peso de las hojas y durante la floración y cuajado de frutos (Lopez & Sernaqué, 2014).

La escasez de elementos esenciales en el suelo, tradicionalmente se ha resuelto con la adición de sales minerales que para el caso de la lechuga la fertilización se realiza con urea, triple 15 o triple 18, para elementos mayores (N, P, K) y la adición de elementos menores presentes en productos como la cal agrícola, borato de sodio, entre otros. Hasta hace unos años esto era suficiente, pero en la actualidad, es necesario buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación a fin de mejorar la productividad. Una de las técnicas difundidas y de gran auge en muchos países en la nutrición de los cultivos es la “fertilización foliar” (Aruani et al., 2013).

En los últimos años se ha incorporado a la producción agrícola, algunas sustancias denominadas biofertilizantes o abonos foliares líquidos que se originan a partir de la fermentación de materiales orgánicos; utilización que constituye una técnica de cultivo para

mejorar la producción y calidad de la cosechas. Los abonos o fertilizantes líquidos, son fabricados a partir de estiércol, materia vegetal, melaza, microorganismos y agua, son sometidos a un proceso de fermentación antes de aplicarlos, vía foliar a los cultivos, los cuales en algunos productos son mezclados con minerales para suplir la necesidad de elementos de los cultivos. (Aruani et al., 2013).

Cuando la planta se encuentra bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes, los tejidos de su parte aérea presentan deficiencias nutricionales que para resolver estas carencias, se emplea la fertilización foliar, técnica que consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre el tejido foliar, lo cual permite corregir rápidamente las deficiencias nutricionales y ayuda a la planta a recuperar su homeostasis metabólica. (Gorzalczany et al., 2015).

La absorción foliar de nutrientes a través de la hoja se lleva a cabo a través de un proceso compuesto de tres etapas: la retención del producto en la hoja, transporte de nutrientes a las células y el movimiento de estos hasta los órganos. (Gorzalczany, 2015). Proceso que según Tarigo (2004) se puede observar de forma rápida en plantas que poseen área foliar amplia y sin cutina o poco cutinizada como las hortalizas, entre ellas la lechuga (Fageria, 2015).

En base a lo anterior, este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación foliar de dos fertilizantes orgánicos, uno de ellos complementado con calcio y boro y el otro con carbono y potasio en el cultivo de Lechuga *Lactuca sativa* var. Batavia, determinando la dosis y frecuencia de aplicación más idónea.

## **2. PROBLEMA**

### **2.1 Planteamiento y descripción del problema**

La fertilización con macro y micro elementos es de mucha importancia para el cultivo de lechuga, ya que demanda de muchos nutrientes, principalmente en el último tercio del ciclo del cultivo donde la absorción es del 50 y el 60%, y la producción de materia seca es mayor, presentándose el potasio como el nutriente más importante, ya que interviene en la formación de la cabeza. Este elemento es indispensable en el transporte de los carbohidratos, también brinda resistencia a condiciones adversas como frío, sequías, ataques de plagas y enfermedades y favorece en la conservación de la lechuga por lo tanto se necesita en mayores cantidades. Los fertilizantes utilizados y establecidos en el plan de fertilización se aplican durante los primeros 50 días del cultivo, por lo que al momento de ser requeridos por la planta pueden no estar debido a lixiviaciones o pérdidas en el terreno, presentándose deficiencias nutricionales.

La fertilización foliar con biofertilizantes enriquecidos es de gran importancia ya que la absorción por parte de la planta es muy rápida por esta vía y se hace en las etapas del cultivo cuando los nutrientes son requeridos o cuando por condiciones de estrés debido al suelo, clima y otros factores no los puede tomar de forma edáfica.

### **2.2 Justificación**

Debido a que los ensayos de eficacia se realizan a través de un proceso metodológico e investigativo, en el cual se lleva a cabo la implementación de un diseño experimental y la toma y

análisis de datos, la empresa Agroinsumos ECOFINCA S.A.S ve la oportunidad de que un futuro profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Pamplona, realice una investigación en la cual establezca la dosis y frecuencia de estos productos sobre uno de los cultivos en los cuales puede tener buena respuesta agronómica la formulación de estos insumos,

Así mismo, se requiere que a través de un trabajo investigativo se establezca de forma cuantitativa el efecto en la fenología y el rendimiento en el cultivo de lechuga, la aplicación de dos fertilizantes foliares orgánico y orgánico-mineral, productos que contienen los elementos necesarios en el desarrollo del cultivo, es especial en las últimas etapas de desarrollo.

También se espera que, con la evaluación de la aplicación de estos productos, se contribuya a establecer un nuevo producto en el mercado que contribuya al mejoramiento de la producción y competitividad del sector hortofrutícola del departamento Norte de Santander, brindándole a los productores mayores alternativas en la complementación de la fertilización de los cultivos.

### **2.3 Delimitación**

Con la ejecución de este trabajo de investigación se espera establecer la dosis de aplicación de los productos Biohumus C-K y Biohumus orgánico mineral en el cultivo de lechuga, así mismo determinar el efecto de estos en la fenología y rendimiento del cultivo establecido en las condiciones agroecológicas del municipio de Pamplona bajo un manejo agronómico tradicional. Con los resultados obtenidos se espera contribuir al proceso de obtención del registro de venta de estos dos nuevos productos, aportando los resultados

obtenidos al estudio de eficacia que exige el ICA para la emisión del registro de nuevos productos que serán usados como insumos para el sector agropecuario.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la complementación de la fertilización con dos productos foliares orgánico y orgánico-mineral a diferentes dosis en el cultivo de la lechuga

#### 3.2. Objetivos específicos

- Medir la respuesta agronómica del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* var. Batavia a la fertilización foliar con los productos Biohumus orgánico y Biohumus C-K a distintas dosis.
- Establecer la dosis adecuada de aplicación para los fertilizantes foliares Biohumus orgánico y Biohumus C-K para ser recomendada en el cultivo de Lechuga.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 Antecedentes

Lozano en el (2014) evaluó dos sistemas de fertilización en el cultivo de lechuga (*lactuca sativa*) en la granja del instituto superior de educación rural (I.S.E.R). Realizo 3 tratamientos que fueron: lombrinaza, gallinaza y un testigo. El estudio se realizó bajo el modelos de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones totalizando 9 unidades experimentales, donde se buscaba calcular el crecimiento y desarrollo de la planta y producción del cultivo. Como resultado obtuvo que el testigo (químico) presento mayor desarrollo y mayor promedio de peso, pero no hubo diferencia significativa según el análisis estadístico.

Tancara en el (2008) evaluó en el cultivo de lechuga variedad Grand Rapid, la respuesta a la aplicación foliar de caldo de estiércol en tres concentraciones: 1,5 – 3 y 4,5 lt caldo/17 litros de agua cada 15 días después del trasplante. Como resultado obtuvo que la mayor longitud de hoja, diámetro vegetativo, rendimiento y mayor relación costo/beneficio se evidenció al aplicar 3 lt caldo/17 litros de agua. (Tancara, 2016).

Algunos trabajos relacionados se encontraron realizados en otras hortalizas, como los trabajos hechos por Castellano (2015), evaluó el efecto a nivel de invernadero de un biofertilizante integrado en soporte orgánico mineral, en un cultivo de lechuga, variedad Batavia, en la Sabana de Bogotá. Para llevar a cabo el desarrollo de dicha investigación, se



realizó unas investigaciones previas a los microorganismos utilizados, los cuales fueron a aislados y caracterizados previamente en el Laboratorio microbiología Agrícola y Ambiental de Industrias Tecsol Limitada. En este trabajo se evaluaron cinco tratamientos cada uno con 22 plantas, los cuales se describen así: compost + biofertilizante (T1), biofertilizante en soporte orgánico mineral (T2), biofertilizante común (T3), fertilizante químico (T4) y testigo absoluto (T5).

El seguimiento del cultivo se realizó al día 68 después del trasplante donde se realizó un muestreo de tipo agronómico (longitud, área foliar, peso fresco y seco) y raíces. Los resultados de la investigación indicaron, que en los tratamientos compost + biofertilizante y biofertilizante en soporte orgánico mineral, de igual manera en el fertilizante químico se evidenció un efecto importante, en cuanto a los parámetros agronómicos valorados en las plantas, en comparación con los otros tratamientos. (Castellanos, 2011).

Otro trabajo realizado por Romero et al. (2012) valoraron el efecto de la fertilización orgánica y orgánica mineral en el cultivo de fresa cv. Festival, utilizando un diseño de tratamientos factorial 3x23 con un total de 24 tratamientos en un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones, bajo condiciones de invernadero. Los factores que tuvieron en cuenta fueron los siguientes: fertilización química a tres niveles de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 0-0-0, 45-20-20 y 90-35-35 kg/ha; nutriente orgánico comercial, elaborado con ácidos fúlvicos, a una concentración de (13.58%). Dicho experimento se dividió en dos periodos febrero-mayo y junio-septiembre del año 2011. Las aplicaciones de los tratamientos las realizaron de forma edáfica, cada aplicación se realizaron a los 10, 40 y 60 días después del trasplante. Las variables que se

tuvieron en cuenta fueron las siguientes: número de estolones, largo de estolones, diámetro polar, ecuatorial, número y peso de frutos por semana, periodo, y el total de los dos periodos. Dos veces por semana se contó el número de frutos maduros, se midió el diámetro polar y ecuatorial y se pesaron los frutos. Además se realizó una cuantificación y una medición a partir de la formación de los primeros estolones. Como resultado se obtuvo que para ambos periodos de años 2011 los análisis estadísticos arrojaron diferencias significativas lo que indica que la fertilización orgánica-mineral mostró mejores resultados, en comparación con la fertilización orgánica. (Romero et al., 2011).

Una Investigación realizada por Delgado (2003) se probó el efecto del calcio y del silicio en la incidencia de *Bremia lactucae*, el cual se realizó en cámara de crecimiento. Los factores en estudio que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes: con y sin inoculación de plantas con el hongo *Bremia lactucae*, a los 40, 45 y 50 días después de la siembra de 0, 0.5 y 1% de nitrato de calcio y aplicación foliar de metasilicato de sodio a razón de 0, 2 y 4 mg L<sup>-1</sup> con tres repeticiones (54 unidades experimentales con 10 plantas cada una de ellas), Se realizó la aplicación foliar. Como resultado se obtuvo que la dosis más alta de calcio no correspondió a la mayor absorción en las hojas, pero la concentración de calcio aumentó en plantas inoculadas con *Bremia lactucae*. Altos valores de silicio ocasionaron antagonismo con calcio. La absorción de silicio fue 35% menor en plantas inoculadas con *Bremia lactucae* y en general, la absorción de silicio, independientemente de la inoculación, fue baja. La inoculación ocasionó mayor altura y peso fresco de las plantas. La calidad postcosecha de las hojas medidas mediante lecturas SPAD fue mayor en plantas asperjadas con 0.5 y 1% de nitrato de calcio. (Delgado et al., 2014)

## 4.2 Marco contextual

Este trabajo se llevará a cabo en Pamplona, Norte de Santander. Pamplona es un municipio colombiano, ubicado en el departamento de Norte de Santander a 2.200 metros sobre el nivel del mar y tiene una extensión total de 456 km. Su economía está basada en el comercio gastronómico, la educación escolar y superior y la producción agrícola y pecuaria. De la producción agrícola se destaca la papa como su principal producto, seguido de fresa, ajo, trigo, morón, maíz, frijol, arveja, zanahoria y otras hortalizas como lechuga, brócoli y acelga. La explotación pecuaria está representada por bovinos de propósito lechero, porcinos, piscicultura y aves de corral.

Puntualmente, este experimento se llevará en la zona de práctica agrícola del Laboratorio CISVEB, ubicado hacia el costado norte de la Universidad de Pamplona a una altura de 2397 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 18 C y una humedad relativa de 65%.

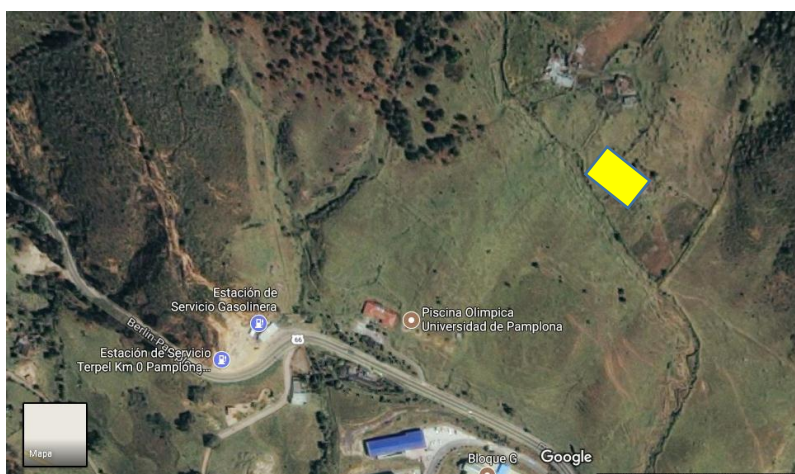


Figura 1. Fotografía satelital del lugar de trabajo. Tomada de Google Maps.

La zona en la que se realizó el experimento está clasificada de acuerdo a las zonas de vida del sistema Holdridge como Bosque Húmedo Montano. El tipo de suelo del lugar donde se establecieron las parcelas experimentales es clasificado de acuerdo a su textura como Franco Arenoso.

### **4.3 Marco Teórico**

#### **4.3.1 La lechuga *Lactuca sativa* L.**

La lechuga es una planta rica en principios vitamínicos; contiene el 94,8 % de agua, el 1,2 % de proteína, el 0,2 % de grasas, y el 2,9 % de carbohidratos. Es una planta que se consume durante todas las épocas del año, por lo que siempre existe en el mercado gran demanda de este producto, se caracteriza por ser una planta anual de la familia de las Asteraceae. La duración del cultivo desde la plantación hasta la recolección es de 50 a 60 días para las variedades tempranas y de 70 a 80 días para las tardías (Gobernación de Antioquia, 2016).

La lechuga Batavia se caracterizan por presentar cabeza cerrada y mayor resistencia al daño mecánico en su interior, las hojas forman un cogollo apretado o cabeza firme, las hojas exteriores son abiertas, gruesas, crujientes, con bordes rizados y sirven de envoltura y protección al cogollo (Barrios, 2012).

Tabla 1. Descripción taxonómica de la Lechuga

<b>TAXONOMÍA</b>	
<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
<b>División</b>	Espermatofita
<b>Clases</b>	Angiospermas
<b>Subclase</b>	Dicotiledónea
<b>Familia</b>	Compositae (Asteracea)
<b>Tribu</b>	Cichorieae
<b>Género</b>	Lactuca
<b>Especie</b>	Sativa
<b>Variedad Botánica</b>	Capitata

#### 4.3.2 Morfología

Las hojas son lampiñas, ligeramente dentadas y de formas variadas, al comienzo de su desarrollo, las hojas toman forma de roseta para formar un cogollo más o menos apretado, dependiendo del tipo de variedad. Presenta un tallo pequeño, muy corto, de forma cilíndrica, no presenta ramificaciones, presenta una inflorescencia en cada punta de las ramillas terminales. Las flores están agrupadas en capítulos dispuestos en racimos o corimbos, los cuales están compuestos por 10 a 25 floretes, son de color blanco-amarillento, con cinco estambres soldados y un ovario bicarpelar con un solo óvulo que dará origen a la semilla. El fruto es un aquenio de forma alargada y con varias estrías longitudinales. Es de color blanco o negro, terminando en punta. La raíz principal es pivotante, corta, puede llegar a penetrar hasta 30 cm de profundidad, con pequeñas ramificaciones; presenta un crecimiento muy rápido, con abundante látex, tiene numerosas raíces laterales de absorción, las cuales se desarrollan en la capa superficial del suelo con una profundidad de 5 a 30 cm (Gobernación de Antioquia, 2016).

### 4.3.3 Requerimientos del cultivo

La lechuga es una planta de gran adaptabilidad a distintos climas. Puede adaptarse a temperaturas de 0° C. pero cuando ésta baja de los 6° C, suele sentir sus efectos, que si persisten ocasionan lesiones foliares. Por debajo de los 5° C. la lechuga no emite raíces nuevas, pero sí a partir de los 10° C. Es una planta que tiene una adaptación muy amplia a todo tipo de suelos, excepto los que tengan problemas de encharcamiento, requiere de suelos bien drenados, con buena retención de humedad debido a que el sistema radicular de la lechuga no es muy extenso y el 96% de la parte comestible es agua; suelos profundos, con topografía plana o con pendientes inferiores a 30%. El pH óptimo está entre 6,5 y 7,5. 7,3. La humedad relativa adecuada para la lechuga es del 60 al 80%; la alta humedad causa problemas porque favorece el ataque de enfermedades como el moho blanco causado por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, el moho gris causado por *Botrytis cinerea* y el mildew vellosa causado por el hongo *Bremia lactucae* (Francisco, 2016).

### 4.3.4 Principales labores en el cultivo

Antes del trasplante, el arado del terreno se deben realizar de una manera adecuada de tal forma que la tierra quede lo más fina posible y libre de malas hierbas; Esta labor tiene por finalidad dejar las capas del suelo mullidas y desmenuzadas. El cultivo de la lechuga se puede establecer por siembra directa o por trasplante. Debido a la fuerte competencia de las malezas y al ataque de enfermedades la siembra directa no es recomendable para este tipo de cultivo. La multiplicación de la lechuga se debe hacer siempre con plantas que contengan la cantidad

adecuada de tierra pegada a las raíces la cuales es obtenida en semilleros. La temperatura óptima de germinación está entre 15 y 20 °C; la semilla de lechuga no germina por debajo de 3 a 5 °C en el suelo, ni por encima de 25 a 30 °C. El trasplante se define como el paso de las plántulas del semillero al sitio definitivo cuando hayan determinado el desarrollo. Como norma general se puede tener en cuenta el número de hojas, tres a cuatro bien formadas; es decir, cuando la plántula tenga entre ocho y diez centímetros de altura, lo cual generalmente se alcanza 25 a 30 días después de la germinación. La distancia de siembra más utilizada en la producción de lechuga Batavia es de 35 a 40 cm entre plantas y 40 cm entre surcos. Por lo general dicha distancia depende de diversos factores: arquitectura de la planta, variedad o híbridos empleados, pendiente del terreno, condiciones físicas y de fertilidad del suelo, humedad relativa y luminosidad, entre otros. Igualmente varía de acuerdo con las exigencias del mercado en cuanto al tamaño y peso de las cabezas o pellas (Casaca, 2016).

El riego es de gran importancia en el cultivo de lechuga por lo tanto es necesario proporcionarle agua en cantidad suficiente, dependiendo de la capacidad de drenaje del terreno, ya que el cultivo de lechuga es muy sensible a la sequía. En cultivos extensivos se adaptan perfectamente a la técnica del riego por aspersión, por lo general ésta es la que habitualmente más se practica. Es conveniente mantener un buen estado de humedad durante los días de la germinación, de igual forma es importante reducir los riegos cuando se vean las primeras hojas, para impedir el desarrollo de enfermedades (Theodoracopoulos, 2009).

En control de arvenses se recomienda realizarse con la utilización de herbicidas, los cuales en los cultivos hortícolas es un factor esencial en los aspectos económicos hoy en día,

aunque todavía es limitado el número de herbicidas selectivos que pueden aplicarse al cultivo de lechuga, existen algunos que proporcionan un cierto grado de seguridad (Zaragoza, 2008).

#### **4.3.5 Fertilización edáfica**

Las aplicaciones de fertilizantes en el cultivo de la lechuga estarán sujetas al resultado del análisis químico del suelo, análisis foliares y observaciones de campo también del contenido de materia orgánica, de la humedad, la variedad, la producción y la calidad esperada del cultivo. La lechuga es una planta exigente en potasio; sin embargo, un exceso de este puede inducir una mayor absorción de magnesio. Además, es conveniente dar un tratamiento foliar con molibdato de amonio, siete a diez días después del trasplante ya que es bastante exigente en molibdeno, así mismo es conveniente realizar una aspersión en el semillero unos dos o tres días antes del trasplante (Theodoracopoulos, 2009).

Las cifras promedio de extracción de nutrientes para un cultivo de lechuga cuyos rendimientos oscilan en 45 t/ha son: 100 kg de N/ha, 50 kg de fósforo como  $P_2O_5$ , 250 kg de potasio como  $K_2O$ , 51 kg de calcio como  $CaO$  y 22 kg de magnesio como  $MgO$ . Se recomienda aplicar los fertilizantes edáficos en dos dosis, la primera 8 días después del del trasplante y la segunda 20 días después del trasplante. Cuando se realiza fertilización a la lechuga con abonos orgánicos, se obtiene una formación de cabezas más rápida y de mejor calidad. En el momento que se realiza el trasplante se debe aplicar la primera dosis de fertilizante, en la corona, retirado de la planta más de cinco centímetros, cuando se emplean dosis mayores de nitrógeno aplicadas a partir de la urea o de otros fertilizantes amoniacales, se recomienda incorporarlo para evitar



volatilización de amoníaco y quemado de hojas. A los 20 o 30 días después de la germinación se debe realizar la segunda dosis de fertilización. La cantidad a aplicar será también en rangos, como la primera dosis, de 6 a 14 gramos, dependiendo del grado de fertilidad del suelo, la segunda fertilización debe ser balanceada para asegurar que la planta forme cabezas grandes y compactas, y para evitar la formación de lechugas trompo y asegurarse que la lechuga acogolle con óptima formación de cabeza (Gobernación de Antioquia, 2016).

#### **4.3.6 La fertilización foliar**

Es importante la aplicación de la fertilización foliar, como complemento de la fertilización edáfica, para corregir cualquier posible deficiencia que se presente de elementos mayores o menores y para favorecer la formación de cabezas, especialmente cuando, por situación del clima, del suelo o por manejo indebido, el cultivo se ve sometido a algún factor de estrés que impide a las lechugas tomar nutrientes del suelo. La fertilización foliar no compite con la aplicación tradicional de fertilizantes al suelo, sino que la complementa, lo cual ayuda a que los cultivos alcancen altos niveles de producción (Trinidad y Aguilar, 2000; Trejo-Téllez, Rodríguez-Mendoza, Alcántar-González y Gómez. (Castillo et al., 2013).

La absorción foliar de nutrientes a través de la hoja se puede visualizar como un proceso compuesto de tres etapas: En la primera de ellas, el nutriente es aplicado por aspersión sobre la superficie de la hoja; es recomendable que el nutriente se mantenga preferiblemente de 3 a 4 horas en contacto, lo que aumenta la probabilidad de ser absorbido por esta (Fageria, Barbosa,

Moreira y Guimaraes, 2009). Las condiciones de alta humedad relativa favorecen la permeabilidad de la cutícula; la temperatura media (20°C) y el uso de agentes tensoactivos ayuda a que la gota que contiene los nutrientes se mantenga por más tiempo en contacto con la superficie foliar (Stevens, Baker y Anderson, 1988; Tarango, 1992). En la segunda etapa el nutriente es transportado a través de las diferentes capas de la hoja, donde supera una serie de barreras naturales, hasta llegar a las células epidermales; y por último, los nutrientes son transportados desde las células epidermales hasta los órganos donde la planta los requiera, para lo cual atraviesan espacios intercelulares (apoplasto) o células de diferentes tejidos (simplasto). Una vez que los nutrientes llegan al tejido vascular (xilema y especialmente floema), se acelera dramáticamente su movilidad hasta los tejidos destino (Giordana & Murillo, 2012).

#### **4.3.7 Deficiencias de nutrientes**

Las deficiencias de nutrientes se presentan por los factores ambientales que limitan la disponibilidad de estos para las raíces de las plantas y también por niveles insuficientes o excesivos suelo de los mismos. En Lechuga, se puede observar los siguientes síntomas para cada uno los macronutrientes y elementos menores de importancia para el cultivo (Gobernación de Antioquia, 2016).

- **Nitrógeno:** La deficiencia de nitrógeno se manifiesta, inicialmente, por una reducción del crecimiento vegetativo, con hojas de color verde pálido grisáceo ya que el nitrógeno interviene en la síntesis de las proteínas, la clorofila y el metabolismo vegetal. Cuando esta se agudiza las hojas exteriores adultas adquieren un color amarillo pálido y mueren.

Los cogollos son de tamaño pequeño y en deficiencias severas pueden llegar a no formarse. El nitrógeno en exceso provoca un gran desarrollo vegetativo que retrasa el acogollado y favorece la proliferación de hongos, en especial *Botrytis* sp. Durante el acogollado es imprescindible asegurar un nivel alto, ya que es cuando la planta más lo demanda. (Grazia et al., 2014).

- Fósforo: El fósforo ejerce una acción estimuladora del desarrollo radicular y de la formación del cogollo, por lo tanto, la deficiencia de fósforo se manifiesta inicialmente por una coloración verde oscura, con tintes púrpuras que comienzan en el borde del foliolo, en el haz de la hoja y más intenso en las nerviaciones del envés. Además, el crecimiento se detiene y se retrasa el acogollado, las hojas exteriores se endurecen y toman una coloración púrpura cuando la deficiencia avanza hasta formar necrosis total. El exceso de fósforo puede bloquear la absorción del hierro. (Romero, 2009).

- Potasio: Es mineral indispensable en el transporte de los hidratos de carbono por lo tanto las plantas que cubren las necesidades de potasio son más resistentes a condiciones desfavorables como el frío, la sequía, los ataques de plagas y enfermedades, así como a la manipulación, transporte, conservación y frescura de la lechuga. Cuando se presenta deficiencias moderadas se reducen el crecimiento de la planta. Los síntomas se presentan en las hojas exteriores más viejas, presentando una clorosis en la periferia de los foliolos, que se destaca sobre el resto que se mantiene de color verde. Esta clorosis se avanza hacia el centro del foliolo; el nervio central y los principales permanecen de color verde. Las hojas se muestran rizadas y abollonadas, cuando la deficiencia aumenta aparecen puntos

necróticos sobre las manchas cloróticas, los cuales se van ampliando a toda la superficie foliar de la planta. Por lo general la planta presenta un aspecto alargado y con escasa vegetación. Cuando se presenta exceso de potasio las hojas toman un aspecto duro. (Japón, 2007).

- Calcio: Es el catión encargado de la asimilación racional de potasio, sodio y magnesio, y de favorecer la economía del agua en la planta. La deficiencia de calcio presenta por una reducción en el crecimiento, la cual inicia formando rosetas en las hojas jóvenes a medida que van creciendo, y presentando una coloración más oscura a las hojas normales. Cuando la deficiencia avanza los órganos más próximos a las regiones meristemáticas se ven afectados fuertemente y las hojas aparecen totalmente cloróticas, y por lo tanto finaliza el crecimiento de los mismos. Por último las hojas y tallos de los ápices se necrosan y mueren. (Sierra, 2013).

- Boro: La deficiencia de boro en lechuga produce síntomas similares a la deficiencia de calcio, salvo que la necrosis es peor cerca al punto de crecimiento, que se convierte a negruzco y deja de producir hojas nuevas. Las hojas jóvenes presentan mayor deformación, son engrosadas y quebradizas. En la toxicidad por boro las hojas jóvenes muestran inicialmente un margen amarillo fino alrededor del borde. En plantas más grandes se producen puntos hundidos, gris parduzco, en las hojas más viejas, se desarrollan en un patrón en forma de anillo; las hojas se parecen a un papel. Las hojas jóvenes tienden a crecer normalmente. (Tarigo et al., 2013).

#### 4.4 Marco Legal

Las siguientes son las normas ambientales específicas que se tuvieron en cuenta al momento de desarrollar el proyecto:

- La Ley 23 de 1973 tiene como objeto prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.
- La Resolución Número 00544 Del 21 De diciembre De 1995 establece la normatividad para garantizar el desarrollo sostenible, la conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales, así como regular el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos a la comunidad y proteger la diversidad o g para Colombia. En el ARTÍCULO 1°. Es objeto del presente Reglamento Técnico:
  - a) Orientar la comercialización y el uso y manejo adecuados y racionales de los fertilizantes y acondicionadores de suelos, tanto para prevenir y minimizar daños a la salud, a la sanidad agropecuaria y al ambiente bajo las condiciones autorizadas, como para facilitar el comercio internacional
  - b) Establecer requisitos y procedimientos armonizados con las reglamentaciones internacionales vigentes, tanto para el registro como para el control legal y técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos; especialmente en lo relacionado con terminología,

clasificación, composición garantizada, etiquetado, tolerancias, contenidos mínimos permisibles y parámetros para verificación de la conformidad.

ARTICULO 25: Toda persona natural o jurídica registrada ante el ICA como: importadora, fabricante, formuladora, envasadora, empacadora ó distribuidora, interesada en comercializar fertilizantes y acondicionadores de suelos deberá obtener, con anterioridad a su comercialización, el registro de venta del producto.

ACUERDO No.186 Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado.

## CAPÍTULO VI. TRABAJO DE GRADO

ARTÍCULO 35.- Definición de Trabajo de Grado: En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite:

- a. Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.
- b. Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas.
- c. Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones.

d. Formular y evaluar proyectos.

e. Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

ARTÍCULO 36.- Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en:

- Investigación: comprende diseños y ejecución de proyectos que busquen aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos. Para los estudiantes que se acojan a esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Diseño de trabajo en campo

Para llevar a cabo los objetivos de este proyecto se estableció 27 parcelas experimentales en el área de cultivos del Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB) de la Universidad de Pamplona, con una media aproximada de 5 metros cuadrados cada una de las parcelas donde se sembraron plántulas de lechuga previamente obtenidas en el Plantulador La Pradera del municipio de Mutiscua con una distancia de siembra de 0,35 metros entre plantas y 0,50 metros entre surcos.

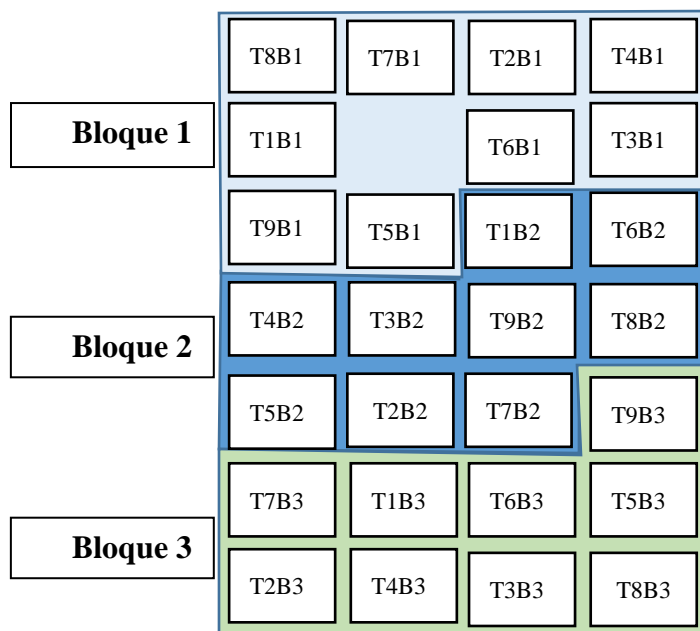


Fig 2. Ubicación geoespacial de los tratamientos



## 5.2 Diseño experimental

El diseño experimental que se implemento es el factorial en bloques completamente aleatorizados el cual tuvo 9 tratamientos con 3 repeticiones donde se evaluó los factores: Dosis (2, 3, 4 y 30 litro/ha) con una frecuencia de aplicación a los (58 días y 71 días después del trasplante) de los productos Biohumus y Biohumus C-K los cuales tienen una composición garantizada de:

<b>BIOHUMUS ORGÁNICO</b>	<b>BIOHUMUS C-K</b>
NITROGENO 0,4%	NITROGENO 0,4%
FOSFORO 0,1%	FOSFORO 0,1%
POTASIO SOLUBLE EN AGUA (K <sub>2</sub> O) 6,6	POTASIO SOLUBLE EN AGUA (K <sub>2</sub> O) 36,6
CARBONO ORGÁNICO 8,9%	CARBONO ORGÁNICO 118,9%
ACIDO HUMICOS 0,6%	ACIDO HUMICOS 70,6%
ÁCIDO FULVICOS 8,3%	ÁCIDO FULVICOS 30,3%
PH 9,2	PH 9,2
DENSIDAD 1,0 gr/ml	DENSIDAD 1,0 gr/ml

Los tratamientos serán establecidos y codificados de la siguiente manera:

T1: Testigo absoluto agua 58 y 71 días después del trasplante

T2: Fertilización según el análisis de suelo 58 y 71 días después del trasplante

T3: 2 litro/ha de Biohumus 58 y 71 días después del trasplante

T4: 3 litro/ha de Biohumus 58 y 71 días después del trasplante

T5: 4 litro/ha de Biohumus 58 y 71 días después del trasplante

T6: 2 litro/ha de Biohumus C - K 58 y 71 días después del trasplante

T7: 3 litro/ha de Biohumus C-K 58 Y 71 días después del trasplante

T8: 4 litro/ha de Biohumus C-K 58 Y71 días después del trasplante

T9: 30 litros/ha de *humita 15* 58 y 71 día después del tranplante

### **5.3 Variables de respuesta**

En cada una de las parcelas se hizo medición después de aplicar cada tratamiento de: altura de follaje, largo de raíz, peso fresco de follaje, raíz y planta y peso seco de la planta y área foliar.

Para realizar las siguientes mediciones se utilizó, una regla para tomar las medidas de altura de follaje y largo de raíz, una balanza para realizar el peso de follaje, raíz y planta en fresco y seco de la planta. Para obtener el peso en seco se llevaron al horno en forma separada por cada tratamiento en un sobre por 4 días a una temperatura de 45 °C.

Los datos serán tomados semanalmente y se analizarán a través de un ANOVA para determinar el mejor tratamiento.

### **5.4 Manejo agronómico del cultivo**

El manejo agronómico del cultivo (Fertilización, manejo de plagas, enfermedades y arvenses) se hizo de acuerdo a lo establecido por el Manual “Modelo Tecnológico para el Cultivo de

Lechuga Bajo Buenas Prácticas Agrícolas en el Oriente Antioqueño” en el cual se determina que 100 kg/ha de N, 50 kg/ha de fósforo como  $P_2O_5$ , 250 kg/ha de potasio como  $K_2O$ , lo que dividirá en 2 dosis, una 8 días después del trasplante (ddt) y la otra a los 20 ddt; Los elementos menores serán suplementados con la aplicación 100 gr/planta de lombricompostaje en el momento de la siembra. El control de arvenses se realizó con la aplicación de herbicidas 125 Fluazifop-P-Buti. (fusilade) 1cm/lt. El manejo de enfermedades hizo con el fungicida. Tebuconazole 200 g/L- Trifloxystrobin 100 g/L. (nativo) 1cm/lt. Para el control de plagas se aplicó un insecticida. Methomyl 90 g/kg S-methyl (EZ)-N-(methylcarbamoyloxy)thioacetimidate (Pilarmate) 1cm/lt (Anexo 3).

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 6.1 Peso fresco

Al comparar el peso fresco de las lechugas correspondientes a cada uno de los tratamientos, como se puede observar en la figura 3, el tratamiento que presenta el mayor peso fresco es el T8, en el cual se aplicó el fertilizante foliar orgánico mineral Biohumus C – K en una concentración de 4 litros/ha. Así mismo se puede observar que el peso fresco más bajo se obtiene aplicar el Biohumus orgánico, incluso pesos por debajo de los tratamientos que no se les aplico fertilizante foliar.

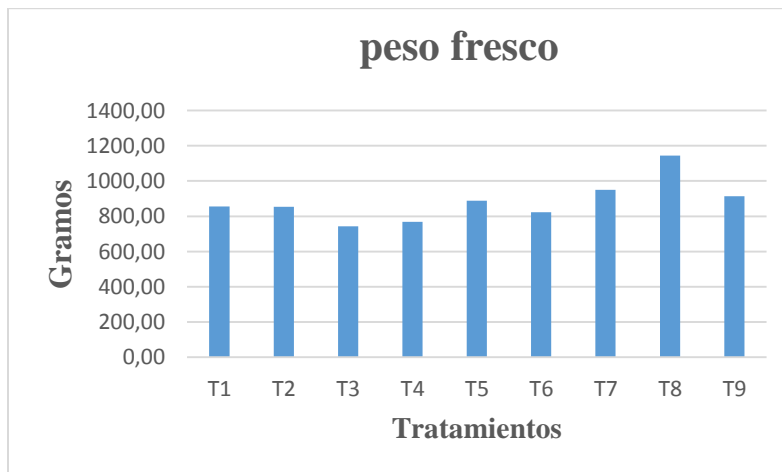


Figura 3. Peso fresco de la lechuga en cada tratamiento

Al realizar un análisis de varianza de los datos obtenidos (Anexo 1), se determinó que no hay una diferencia significativa ( $p = 0,0942$ ) entre los tratamientos. Como el p-valor es cercano

al límite de significancia, se realizó una prueba de múltiples rangos para determinar cuál de los tratamientos presenta la mayor diferencia, corroborándose que el tratamiento T8 presenta la mayor diferencia que no es significativa con los tratamientos T6 (Biohumus C-K 2litros/ha), T7 (Biohumus C-K 3litros/ha) y T9 (Testigo comercial), los cuales presentan en su composición los minerales Carbono y Potasio.

## 6.2 Peso de la Hoja y Peso de la raíz

Al comparar los resultados obtenidos en el peso de la hoja, los cuales se pueden observar en la figura 4, se puede determinar que el comportamiento de estos es similar a los obtenidos en la medición del peso total de la planta, presentando una alta correlación positiva (0,99) (Anexo 2), por lo que se infiere que los resultados obtenidos se interpretan de forma similar a los de peso fresco.

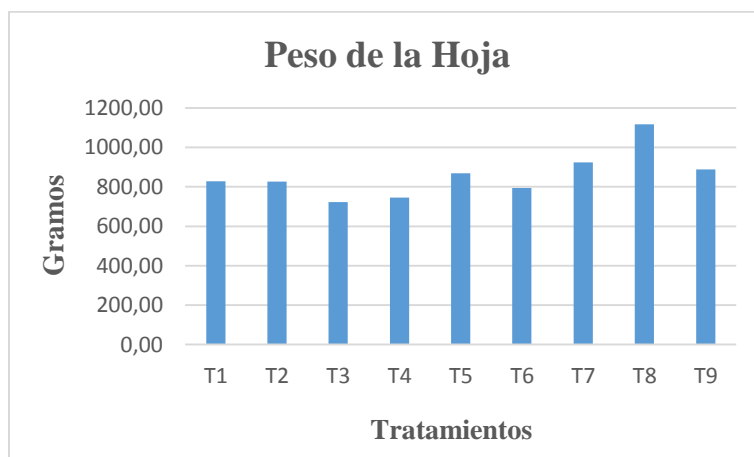


Figura 4. Peso de las hojas de la lechuga en cada tratamiento

Con respecto al peso de la raíz, al realizar un análisis de varianza de los diferentes tratamientos se determinó que no hay diferencia significativa ( $p = 0,6225$ ), resultado que se asemeja a los obtenidos por Zepeda *et al* (2002) en donde no encontró efecto de la aplicación de fertilizantes foliares y se indica que por el tipo de aplicación de estos productos que va dirigido al follaje, el efecto en las raíces es poco y que estos nutrientes al asimilarse por los tejidos de las hojas, se usan en los procesos metabólicos directamente en ellas y no tienen impacto significativo en raíces.

### 6.3 Altura de la planta

Con respecto a las medidas obtenidas de altura de la lechuga, se puede observar en la figura 5 que el tratamiento 8 presenta los mayores valores, pero al igual que en las variables anteriores, no presenta una diferencia significativa ( $p = 0,4768$ ) entre los diferentes tratamientos.

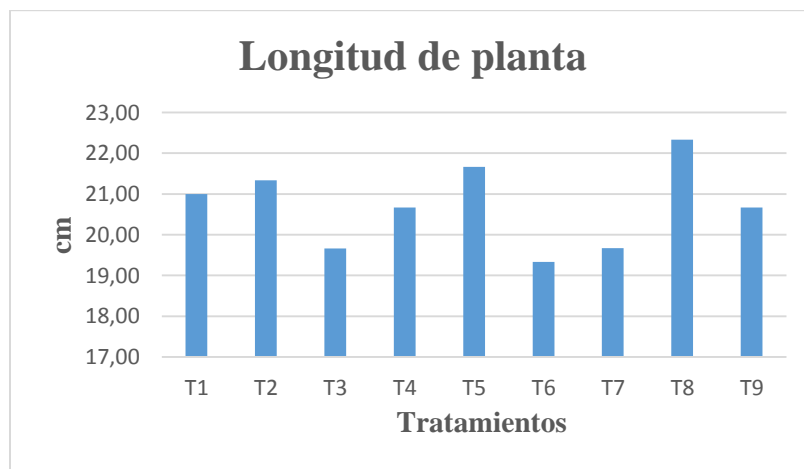


Figura 5. Altura de la lechuga en cada tratamiento

#### 6.4 Largo de Raíz

De forma similar a los datos obtenidos en la altura de la planta, peso fresco y peso de hoja y raíz, los resultados no muestran una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos ( $p = 0,1596$ ). En la gráfica se puede observar que el tratamiento T8 se destaca sobre los demás tratamientos, corroborando lo observado por Martínez y Garcés (2010), quienes evaluaron el crecimiento y producción de lechuga variedad romana bajo diferentes niveles de potasio y determinaron que este elemento incide directamente en el crecimiento de la planta al ser activador de muchas enzimas que son esenciales en la fotosíntesis, respiración, síntesis de almidón, proteínas y está involucrado en el transporte de asimilados.

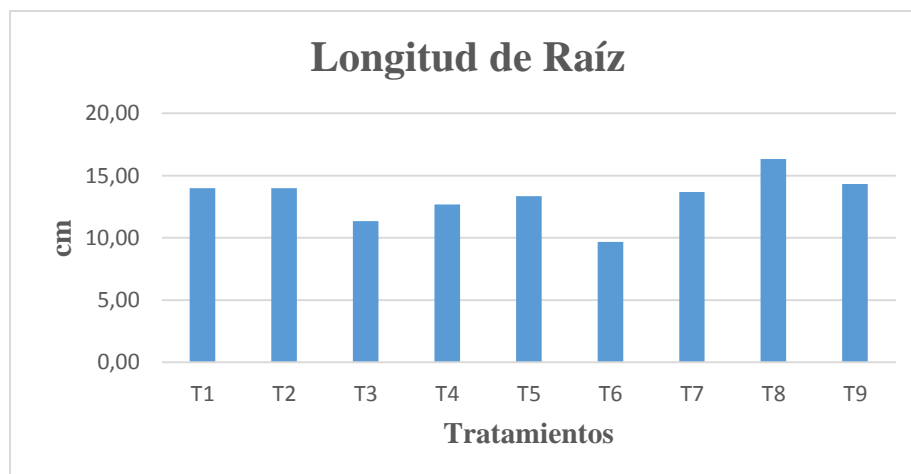


Figura 6. Largo de la raíz de la lechuga en cada tratamiento

#### 6.5 Peso seco

Al determinar el peso seco de la lechuga en cada uno de los tratamientos se halló que los tratamientos que contenían el producto Biohumus C - K presentan las mayores ganancias de peso seco, destacándose el de mayor concentración (4 litros/ha). Al realizar un análisis de

varianza se determinó que no hay diferencia significativa ( $p = 0,1775$ ) entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95%.

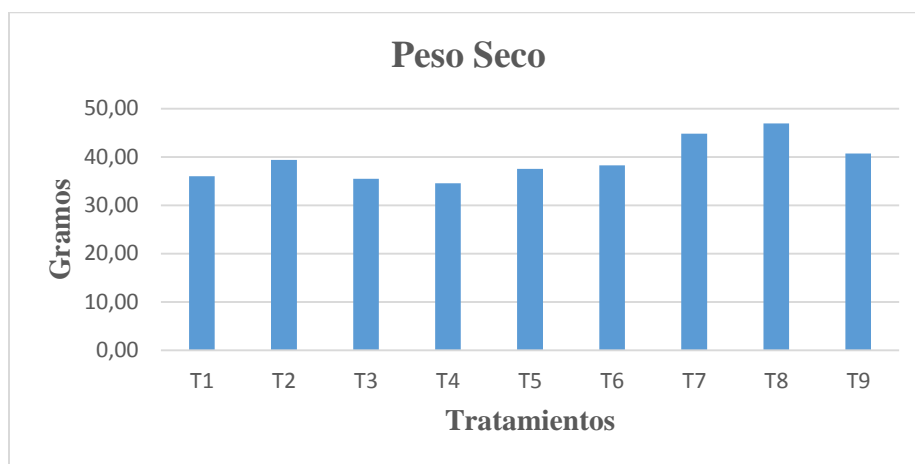


Figura 7. Peso seco de la lechuga en cada tratamiento

A manera general, se puede observar que, en todos los parámetros medidos, a pesar de que no existen diferencias significativas, los tratamientos en los que el producto evaluado es Biohumus C – K presenta mayores niveles. Así mismo se puede determinar que los tratamientos con Biohumus orgánico tiene alta variabilidad, observándose en algunos que presenta los peores resultados, incluso en comparación con los testigos sin fertilización foliar. Estos resultados concuerdan en trabajos realizados por Castellanos *et al* (2015) en donde evaluaron el efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero y como resultados obtuvieron, entre otras cosas, que en los tratamientos compost + biofertilizante y biofertilizante en soporte orgánico mineral, en cuanto a los parámetros agronómicos valorados en las plantas, fueron los mejores resultados. Así mismo, en un trabajo que avaluaron el fertilizante foliar Quimifol en el cultivo de col (*Brassica oleracea* var. capitata) determinaron que los tratamientos donde se aplicó la mayor concentración de producto en evaluación, el cual es rico en Carbono y Potasio, se presentó el



mejor rendimiento del cultivo, lo cual va de la mano con un mayor crecimiento de la planta, en especial, la parte aérea de esta.

### 6.6 Dosis adecuada para Biohumus orgánico

Se realizó un análisis de correlaciones entre las variables medidas para determinar cuáles parámetros son los menos correlacionados entre sí y así seleccionarlos para realizar un análisis comparativo entre las tres dosis evaluadas del Biohumus orgánico, seleccionándose las variables de respuesta Peso de Raíz, Altura de la Planta, Largo de Raíz y Peso Seco.

En la figura 8 se puede observar la comparación de las diferentes dosis, determinándose que, en todos los parámetros, a excepción del peso de raíz, a mayor concentración del producto mayor es la respuesta, pero al realizar un análisis de varianza se determinó que no hay una diferencia significativa ( $p = 0,674$ ) entre los diferentes tratamientos, lo que conlleva a establecer que la dosis adecuada es de 4 litros/ha.

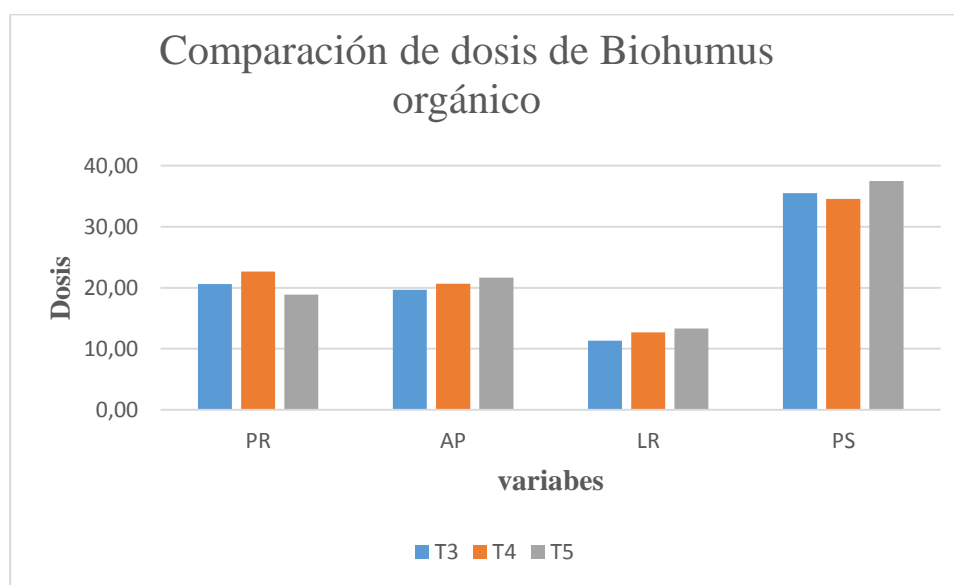


Figura 8. Comparación de dosis de Biohumus orgánico

### 6.7 Dosis adecuada para Biohumus C – K

Se realizó una comparación entre los tratamientos T6, T7 y T8 los cuales corresponden a la evaluación del producto orgánico – mineral Biohumus C – K en las dosis 2 litros/ha, 3 litros/ha y 4 litros/ha respectivamente. En la figura 9 se puede observar que a mayor dosis mayores resultados se obtienen en cada uno de los parámetros medidos, a excepción del peso de raíz. Al realizar un análisis de varianza se calculó que no hay una diferencia significativa ( $p = 0,4765$ ) lo que conlleva a deducir que la dosis adecuada para este producto es el de 4 litros/ha, semejante al de Biohumus orgánico, pues a pesar de que estadísticamente no hubo una diferencia significativa en los gráficos se pueden observar una tendencia, demostrando cual es el mejor tratamiento.

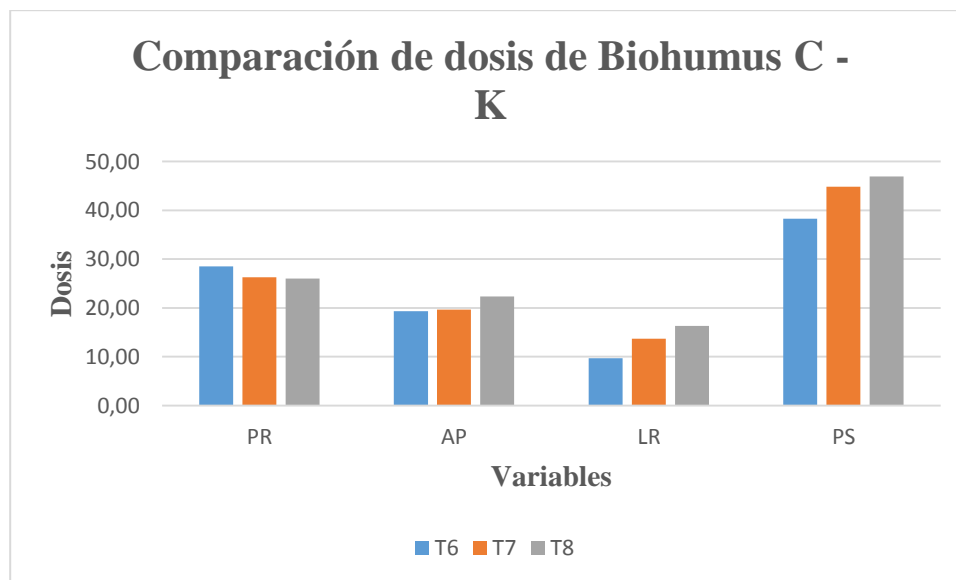


Figura 9. Comparación de dosis de Biohumus C - K

## 7. CONCLUSIONES

- Los tratamientos en los cuales se evaluó el Biohumus C – K fueron los que presentaron una mayor respuesta en las variables Peso Fresco, Peso de la Hoja, Altura de la planta, Largo de Raíz y Peso Seco.
- Los resultados demuestran que no hay diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.
- Al evaluar las dosis de cada uno de los productos, se observó que a mayor dosis mayor respuesta agronómica.
- Los resultados con respecto al Biohumus orgánico no concuerda con los obtenidos por otros investigadores, pues en algunos casos los tratamientos que no se les aplicó ninguna fertilización foliar obtuvieron mejores resultados.

## 8. RECOMENDACIONES

- Realizar este experimento en condiciones controladas con el fin de minimizar el efecto de variables atmosféricas como precipitación, la cual fue muy frecuente en el desarrollo de este trabajo y pudo influir en el efecto medido en los productos, en especial el Biohumus orgánico.
- Con el fin de aumentar el grado de significancia de las diferencias estadísticas en todos los tratamientos, se recomienda aumentar el número de repeticiones a mínimo cinco, debido a la alta cantidad de tratamientos evaluados en este trabajo.
- Evaluar otras variables como firmeza, deshidratación en almacenamiento u otras variables de calidad en pos cosecha, pues se pudo observar una mayor firmeza de la pella en los tratamientos que Biohumus C – K.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- AGRONET. (2017). Estudio De Las Necesidades De Información Tecnológica Agropecuaria Del Sector Educativo Rural De La Provincia De Ricaurte, En El Departamento Norte De Santander. *FAGROPEC*, 84-87.
- Aruani, M., Gili, C., & Fernández, J. (2013). Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*lactuca sativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo, neuquen-Argentina. *Agro sur*, 147-157.
- Barrios, A. (2012). El modelo v.s.p. en lechuga batavia *lactuca sativa varocapitata* L. *Universidad Nacional* , 47-52.
- Casaca, C. (2016). Poscosecha de lechuga. *Boletín Hortícola*, 28-32.
- Castellanos, S. (2011). Evaluacion del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgInico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogota bajo condiciones de invernadero. *rev.colomb.cienc.hortic*, 72-85.
- Castillo, R., Piedra , G., & León. (2013). Absorción de nutrientes a través de la hoja. *Uniciencia*, 45-56.
- Delgado, L., Sandoval , M., Rodríguez, M., & Cárdena, E. (2014). Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. *Terra latinoamericana*, 91-98.
- Fageria, N. (2015). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of plant nutrition*, 1044-1064.
- Francisco, M. (2016). *Cultivo de hortalizas*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

- Grazia, J., Tiftonell, A., & Chiesa, A. (2014). Efecto de la época de siembra, radiación y nutrición nitrogenada sobre el patrón de crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Argentina.
- Giordana, R., & Murillo, C. (2012). Absorción de nutrientes a través de la hoja. *Uniciencia*, Costa Rica.
- Gobernación de Antioquia. (2016). *Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente antioqueño*. Medellín: Fotomontajes S.A.S.
- Gorzalczany, Y., Alloul, N., & Weinbaum, C. (2015). A Oocyte Membranes In The Absence Of An Activator And Of P47 Phox Conversion Of A Pagan NADPH Oxidase To Monotheism. . *Journal of Biological Chemistry*, 18605-18610.
- Japón, J. (2007). La lechuga. Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. España.
- Lopez, J., & Sernaqué, F. (2014). Evaluación de tres tipos de fertilizantes en *Lactuca sativa*. *Ciencia y Desarrollo*, 57-62.
- Lozano, j. (2014). Evaluación de dos sistemas de fertilización en el cultivo de lechuga (*lactuca sativa*). Tesis pregrado. Instituto superior de educación rural (I.S.E.R).
- Romero, C. (2009). Efecto del Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el Crecimiento y Producción de Plántulas de lechuga (*lactuca sativa* L). Universidad Autónoma De Nuevo León. Mexico.
- Romero, C., Ocampo, J., & Sandoval. (2011). Fertilización Orgánica-Mineral y Orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai*, 41-49.
- Sierra, E. (2015). El Cultivo de la Lechuga. Proyecto De Modernización De Los Servicios De Tecnología Agrícola (PROMOSTA). Costa Rica.

Tancara, R. (2016). la respuesta a la aplicación foliar en el cultivo de lechuga de caldo de estiércol en tres concentraciones. *Trabajos Presentados en las III Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego*, 27-29.

Theodoracopoulos. (2009). *Manual de producción de lechuga*. Estados Unidos: EDA.

Tarigo, A., Repetto, C., & Acosta, D. (2013). Evaluación agronómica de biofertilizantes en la producción de lechuga (*lactuca sativa*) a campo. Montevideo Uruguay.

Zaragoza, M. (2008). Reconocimiento y fluctuación poblacional arvense en el cultivo de lechuga. *Agronomía Colombiana*, 87-96.

## 10. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de cada una de las variables evaluadas

**Tabla ANOVA para PFD6 por TRATAMIENTOS**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	333454,	8	41681,7	2,08	0,0942
Intra grupos	361017,	18	20056,5		
Total (Corr.)	694471,	26			

**Tabla ANOVA para PSD6 por TRATAMIENTOS**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	428,525	8	53,5656	1,66	0,1775
Intra grupos	581,631	18	32,3129		
Total (Corr.)	1010,16	26			

**Tabla ANOVA para PHD6 por TRATAMIENTOS**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	328306,	8	41038,3	2,09	0,0925
Intra grupos	353414,	18	19634,1		
Total (Corr.)	681721,	26			

**Tabla ANOVA para PRD6 por TRATAMIENTOS**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre	254,201	8	31,7751	0,78	0,6225



grupos					
Intra grupos	729,443	18	40,5246		
Total (Corr.)	983,644	26			

**Tabla ANOVA para LRD6 por TRATAMIENTOS**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	86,5185	8	10,8148	1,73	0,1596
Intra grupos	112,667	18	6,25926		
Total (Corr.)	199,185	26			

Anexo 2. Análisis de contraste multivariado

**Contrastes multivariados<sup>c</sup>**

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Sig.
TIEMPO	Traza de Pillai	,948	50,901 <sup>a</sup>	5,000	14,000	,000
	Lambda de Wilks	,052	50,901 <sup>a</sup>	5,000	14,000	,000
	Traza de Hotelling	18,179	50,901 <sup>a</sup>	5,000	14,000	,000
	Raíz mayor de Roy	18,179	50,901 <sup>a</sup>	5,000	14,000	,000
TIEMPO * TRATAMIENTOS	Traza de Pillai	1,595	1,054	40,000	90,000	,410
	Lambda de Wilks	,097	1,127	40,000	63,819	,330
	Traza de Hotelling	3,876	1,201	40,000	62,000	,254
	Raíz mayor de Roy	2,561	5,761 <sup>b</sup>	8,000	18,000	,001

**Contrastes multivariados<sup>c</sup>**

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Sig.
TIEMPO	Traza de Pillai	,948	50,901 <sup>a</sup>	5,000	14,000	,000
	Lambda de Wilks	,052	50,901 <sup>a</sup>	5,000	14,000	,000
	Traza de Hotelling	18,179	50,901 <sup>a</sup>	5,000	14,000	,000
	Raíz mayor de Roy	18,179	50,901 <sup>a</sup>	5,000	14,000	,000
TIEMPO *	Traza de Pillai	1,595	1,054	40,000	90,000	,410
TRATAMIENTOS	Lambda de Wilks	,097	1,127	40,000	63,819	,330
	Traza de Hotelling	3,876	1,201	40,000	62,000	,254
	Raíz mayor de Roy	2,561	5,761 <sup>b</sup>	8,000	18,000	,001

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c. Diseño: Intersección + TRATAMIENTOS

Diseño intra-sujetos: TIEMPO

### Anexo 3. Manejo agronómico del cultivo



## Anexo 4. Análisis de suelo del suelo donde se establecieron las parcelas experimentales


Secretariado Diocesano de Pastoral Social - SEPAS

**INSTITUTO TÉCNICO PARA EL DESARROLLO RURAL  
IDEAR**

NIT. 800.127.759-1  
**LABORATORIO PEÑAFLOR**  
Km. 3 Vía a Bucaramanga  
Telefax : (97) 7235032  
San Gil, Santander



**LABORATORIO  
PEÑAFLOR**  
IDEAR Nit. 800.127.759-1



<b>CÓDIGO :</b>	984	<b>DEPARTAMENTO:</b>	N. DE SANTANDER	<b>VEREDA:</b>	
<b>PROPIETARIO:</b>	CARLOS HERNANDO GARCÍA FONSECA	<b>MUNICIPIO:</b>	PAMPLONA	<b>FINCA:</b>	
<b>RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	SEPTIEMBRE 11 DE 2017	<b>CULTIVO:</b>	LECHUGA BATAVIA	<b>ENTREGA DEL ANÁLISIS:</b>	SEPT 15 DE 2017

ANÁLISIS SOLICITADO	TEXTURA	pH	MO %	P (ppm)	mg /100 g suelo					ppm					
					K	Ca	Mg	Na	Al	CIC	Fe	Mn	Cu	Zn	B
BASICO	FA	5,7	6,1	23	0,70	9,2	1,0	0,07	0,0	22,81	495,4	15,98	0,58	4,56	0,63
<b>Interpretación</b>	Franco Arenoso	Moderadamente Ácido	Medio	Medio	Alto	Alto	Bajo	Nivel Normal	No hay problemas de toxicidad	Alto	Alto	Alto	Bajo	Alto	Alto

**Observaciones:** - N.D.: No detectable a la mínima concentración detectada por el método.

**Análisis de Resultados:** Es un suelo moderadamente ácido, puesto que el pH es de 5,7. El contenido de Materia Orgánica es Medio al igual que su contenido de Fosforo (P). Respecto a las bases de cambio, tenemos niveles de Calcio (Ca) y Potasio (K) altos, mientras que el nivel de Magnesio (Mg) es bajo. El nivel de Sodio (Na) es Normal, aunque no es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, es importante para el diagnostico de suelos que pueden tener problemas por altas concentraciones. El contenido de Aluminio (Al) en el suelo, nos muestra que no existen posibles problemas de toxicidad y corroborando con el porcentaje de saturación de Aluminio respecto a la capacidad de intercambio catiónico efectiva, este nivel de Al es Normal. La Textura es Franco arenoso, es decir el suelo posee un buen drenaje pero con una posible baja retención de líquidos. La Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) es alta. Respecto a los elementos menores los niveles de Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) y Boro(B) altos y un nivel de Cobre (Cu) bajo.

PARAMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	PARAMETRO	MÉTODO ANALÍTICO
pH	Electrométrico: Relación 1:1 agua destilada	Materia orgánica	Colorimétrico: Walkley Black
Fósforo (P)	Colorimétrico: Bray II	Al, Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu, Zn	Absorción Atómica
Capacidad de Intercambio Catiónico	Turométrico: Extracción Acetato de Amonio	Boro	Colorimétrico: Extracción agua caliente

*Jhon Jairo García Fonseca*  
Químico - UTPAMPLONA  
M. P. PQ - 4372

**JHON JAIRO GARCÍA FONSECA**  
Químico. Matrícula Profesional PQ-4372



**LABORATORIO  
PEÑAFLOR**