



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: EFECTO DE TRES DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ EN  
MEZCLA CON CELULOSA DE PAPEL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE  
HORTALIZAS**

**AUTOR: ERAZO BRACERO, FRIDSON MOISÉS**

**Directora: ING. RACINES CUESTA, ADRIANA VERÓNICA, Mgs**

**SANGOLQUÍ**

**2020**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, *“EFECTO DE TRES DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ EN MEZCLA CON CELULOSA DE PAPEL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS”* fue realizado por el señor *Erazo Bracero, Fridson Moisés* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

**Sangolquí, 29 de enero de 2020**

.....  
**Ing. Racines Cuesta Adriana Verónica del Rocío Mgs.**

CC: 1705788162



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

*Yo, Erazo Bracero, Fridson Moisés, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “Efecto de tres dosis de humus de lombriz en mezcla con celulosa de papel sobre la producción de hortalizas” es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.*

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

**Sangolquí, 29 de enero de 2020**

.....  
***Erazo Bracero, Fridson Moisés***

CC: 1718561606



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

*Yo, Erazo Bracero, Fridson Moisés, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “Efecto de tres dosis de humus de lombriz en mezcla con celulosa de papel sobre la producción de hortalizas” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

**Sangolquí, 29 de enero de 2020**

***Erazo Bracero, Fridson Moisés***

CC: 1718561606

## DEDICATORIA

A mi madre que siempre supo guiar  
mi camino con firmeza, disciplina y valores fundamentales  
para mi formación, también por confiar en mí, por sobre  
todas las cosas ha sido y será mi apoyo único e  
incondicional respaldo, siempre con su calor de madre,  
también a mis hermanos por enseñarme los valores  
esenciales de la vida

## AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido estar en este mundo para conocer, disfrutar, comprender el funcionamiento de la vida y poder compartirla con mis seres queridos para bien.

A mi madre y a mis hermanos por ser mis primeros maestros.

A la ingeniera Adriana Racines por ser el pilar fundamental de enseñanzas técnicas, profesionales, éticas y personales a favor de mi formación.

A mi compañera de vida Adriana Núñez por ser el soporte incondicional de consejos, apego, comprensión y apoyo desinteresado

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CARÁTULA</b>	
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>i</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DETABLAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos. ....	5
1.3.1 Objetivo General .....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	5
1.4 Hipótesis .....	5
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO REFERENCIAL</b>	
2.1 Generalidades del cultivo de acelga .....	6
2.1.1 Clasificación taxonómica .....	6
2.1.2 Características morfológicas .....	6
2.1.3 Variedades de Acelga. ....	7
2.1.4 Descripción de la variedad a emplear.....	8
2.2 Cultivo de remolacha.....	8
2.2.1 Clasificación taxonómica .....	8
2.2.2 Características morfológicas .....	8

2.2.3	Tipos de remolacha.....	9
2.2.4	Descripción de la variedad a emplear.....	10
2.3	Condiciones agroclimáticas adecuadas para los cultivos de remolacha y acelga .....	10
2.4	Requerimientos edáficos .....	11
2.5	Distancia de siembra de la acelga y remolacha .....	11
2.6	Riego en las hortalizas.....	12
2.7	Requerimiento nutricional para el cultivo de acelga y remolacha .....	12
2.7.1	Macronutrientes.....	12
2.8	Humus .....	14
2.9	Celulosa de papel.....	15
2.9.1	Celulosa de papel.....	15
2.9.2	Importancia y Origen de la Celulosa.....	15

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	Ubicación del lugar de Investigación .....	17
3.1.1	Ubicación Política .....	17
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	17
3.1.3	Clasificación Ecológica.....	17
3.2	Materiales .....	18
3.2.1	Materiales de Campo.....	18
3.3	Métodos .....	19
3.3.1	Preparación del terreno.....	19
3.3.2	Análisis de suelo.....	19
3.3.3	Análisis de celulosa .....	19
3.3.4	Aplicación de celulosa.....	20
3.3.5	Establecimiento del experimento .....	20
3.3.6	Siembra.....	20
3.3.7	Manejo del cultivo.....	21
3.3.8	Cosecha .....	21
3.3.9	Diseño experimental.....	22
3.3.10	Descripción de los tratamientos.....	23

3.3.11	Análisis Económico.....	24
3.3.12	Análisis nutricional.....	24
3.3.13	Recolección de datos. ....	24

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Análisis de los resultados. ....	26
4.1.1	Resultados del análisis de suelo .....	26
4.1.2	Análisis de desarrollo vegetativo y rendimientos en acelga y remolacha .....	27
4.1.3	Análisis económico .....	37

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones .....	40
5.2	Recomendaciones .....	41
5.3	Bibliografía.....	42

## ÍNDICE DETABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Dosis de aplicación de celulosa más humus por tratamiento</i> .....	23
<b>Tabla 2</b> <i>Análisis de suelo</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> <i>Composición química de la celulosa</i> .....	27
<b>Tabla 4</b> <i>Análisis de varianza para altura al primer mes en acelga</i> .....	28
<b>Tabla 5</b> <i>Prueba de Múltiples Rangos de Tukey para altura a los 30 días en acelga</i> .....	28
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis de varianza en las alturas de las plantas de acelga para la cosecha</i> .....	29
<b>Tabla 7</b> <i>Prueba de Múltiples Rangos para altura el momento de la cosecha</i> .....	29
<b>Tabla 8</b> <i>Análisis de varianza para largo de la raíz de acelga en la cosecha</i> .....	30
<b>Tabla 9</b> <i>Prueba de Múltiples Rangos para largo de raíz de acelga en la cosecha</i> .....	30
<b>Tabla 10</b> <i>Análisis de varianza para la cosecha de acelga (kg/ha)</i> .....	31
<b>Tabla 11</b> <i>Prueba de Múltiples Rangos para rendimiento de la cosecha de acelga</i> .....	31
<b>Tabla 12</b> <i>Análisis de varianza para altura al primer mes en remolacha</i> .....	32
<b>Tabla 13</b> <i>Prueba de Múltiples Rangos de Tukey para altura a los 30 días en remolacha</i> .....	32
<b>Tabla 14</b> <i>Análisis de varianza para la altura de remolacha el momento de la cosecha</i> .....	33
<b>Tabla 15</b> <i>Prueba de Múltiples Rangos para altura de remolacha en la cosecha</i> .....	33
<b>Tabla 16</b> <i>Análisis de varianza en las alturas de raíz de remolacha al momento de la cosecha</i> ...34	
<b>Tabla 17</b> <i>Prueba de Múltiples Rangos para altura el momento de la cosecha</i> .....	34
<b>Tabla 18</b> <i>Análisis de varianza para el rendimiento de raíz de la remolacha en kg/ha</i> .....	35
<b>Tabla 19</b> <i>Prueba de Múltiples Rangos para rendimiento en la cosecha de remolacha</i> .....	35
<b>Tabla 20</b> <i>Análisis de contenido de nitrógeno (proteína cruda) en cultivo de acelga y remolacha</i> .....	36
<b>Tabla 21</b> <i>Análisis de contenido de carbohidratos en cultivo de acelga y remolacha</i> .....	36
<b>Tabla 22</b> <i>Análisis de varianza para la cantidad de grasa en remolacha y acelga bajo el efecto de 4 tratamientos</i> .....	37
<b>Tabla 23</b> <i>Análisis de varianza para el efecto de 7 tratamientos sobre la ceniza en cultivo de acelga y remolacha</i> .....	37
<b>Tabla 24</b> <i>Costos de producción para el cultivo de acelga por tratamiento</i> .....	37
<b>Tabla 25</b> <i>Ingreso, Utilidad Total y tasa de rentabilidad para el cultivo de acelga por tratamiento</i> .....	38
<b>Tabla 26</b> <i>Ingreso, Utilidad Total y tasa de rentabilidad para el cultivo de remolacha por tratamiento</i> .....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Laboratorio de Agricultura Familiar e interculturalidad .....	17
<b>Figura 2</b> Ubicación Preparación del terreno.....	19
<b>Figura 3</b> Controles preculturales en cultivos de acelga y remolacha .....	21
<b>Figura 4</b> Cosecha en cultivos de remolacha.....	22
<b>Figura 5</b> Cosecha en cultivos de acelga y remolacha.....	22
<b>Figura 6</b> Distribución de tratamientos en campo. ....	24
<b>Figura 7</b> Medias en la altura de plantas en acelga el primer mes.....	29

## RESUMEN

Uno de los principales inconvenientes en la producción hortícola en la serranía ecuatoriana es el desgaste constante al que está expuesto el suelo, debido a la restitución que actualmente se emplea con materia orgánica proveniente de los residuos industriales se realizó un experimento en el laboratorio de agricultura familiar de la Carrera Agropecuaria, para evaluar el efecto de tres dosis de humus de lombriz en mezcla con celulosa de papel sobre la producción de dos especies de hortalizas, acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) y remolacha (*Beta vulgaris*), el ensayo fue establecido en parcelas destinadas a producción de cultivos orgánicos. Los parámetros agronómicos evaluados fueron altura de las plantas al primer mes, ancho de roseta de acelga, diámetro de raíz de remolacha, rendimiento en kilogramos (kg) por hectárea (ha) de la acelga y remolacha y valor nutritivo de la acelga y remolacha. En los resultados se observó que para ambos cultivos la altura de la altura de planta fue mayor en el tratamiento 2, en el cual se aplicaron dosis de 40t/ha de mezcla de celulosa más 5t/ha de humus, los mayores rendimientos en kg/ha se registraron en este mismo tratamiento con 28023,4 kg/ha de acelga y 35774,33 kg/ha de remolacha respectivamente.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **CELULOSA**
- **HUMUS**
- **AGRICULTURA ORGÁNICA**
- **REMOLACHA**
- **ACELGA**

## ABSTACT

One of the main disadvantages in horticultural production in the Ecuadorian mountain range is the constant wear to which the soil is exposed, due to the restitution with organic matter from industrial waste an experiment was carried out in the family farming laboratory of the Agricultural Race In order to evaluate the effect of three dosages of earthworm humus mixed with paper cellulose on the production of two species of vegetables, chard (*Beta vulgaris var. cycla*) and beet (*Beta vulgaris*), the test was established in plots destined to Organic crop production. The agronomic parameters evaluated were plant height at the first month, beetle rosette width, beet root diameter, yield in kilograms (kg) per hectare (ha) of chard and beet and nutritive value of chard and beet. In the results it was observed that for both crops the height of the plant height was greater in treatment 2, in which doses of 40t / ha of cellulose mixture plus 5t/ha of humus were applied, the highest yields in kg / ha were recorded in this same treatment with 28023.4 kg / ha of chard and 35774.33 kg/ha of beet respectively.

### KEYWORDS:

- **CELLULOSE**
- **HUMUS**
- **ORGANIC AGRICULTURE**
- **BEET**

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

(Seipasa, 2016) enuncia que la industria productora de papel constituye un cimiento importante dentro del desarrollo tecnológico y económico a nivel mundial, su progresión registró el 454% entre los años 1961 y 2015. Este incremento continuado se debe principalmente a su requerimiento para empaques, propaganda y papel de empleo doméstico. En continuidad la fabricación de papel es al presente uno de los sectores industriales con mayores réditos económicos.

La industria requiere extensas superficies de terreno para conservar volúmenes altos de producción, suministro de materia prima para su montaje, lugares con provisión de agua constante y elevado caudal. Este procedimiento genera grandes cantidades de desechos y aguas residuales (Seipasa, 2016).

El desarrollo tecnológico va de la mano con la innovación, misma que puede ser proporcionada por las universidades, las cuales se constituyen en entes generadores de solución de problemas de la sociedad; en el presente caso la industria papelera requiere nuevas técnicas para la reutilización de sus desechos orgánicos, los mismos que poseen características idóneas para ser empleados como suplementos orgánicos (Altesor, Eguren, & Mazzeo, 2008).

Estudios anteriores (Degremont, 2017) han demostrado que la aplicación de mezcla de celulosa en suelos agrícolas degradados puede ayudar a recobrar su productividad agrícola por

adición en el pH, subida en el contenido de materia orgánica y un mejoramiento del recurso de otros nutrientes tales como N, P y K. Sin embargo, la práctica de mezcla de celulosa sobre el suelo debe ser controlada, ya que altas dosis pueden causar un decrecimiento de densidad aparente de las propiedades hidráulicas del terreno y una ocasional aglomeración de metales pesados (Mallia, 2003).

La producción agrícola en la sierra ecuatoriana enfrenta grandes desafíos comprometidos a factores tales como: ralentización del desarrollo de la frontera agrícola, deterioro y erosión de suelos, mala reorientación de tierras cultivadas, contaminación de suelos, etc. Debido a esto los suelos de la sierra ecuatoriana requieren ser restituidos con cantidades representativas de materia orgánica de 1.5 a 2.5%, el grado de importancia de la materia orgánica radica en la liberación de nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre los cuales se tornan asimilables por las hortalizas. Además de aportar con la biota del suelo, la materia orgánica cumple con los procesos de reciclaje de nutrientes y por lo tanto la capacidad del suelo para suministrar a los cultivos con estos compuestos. La adición continua de materiales orgánicos al terreno mediante su transformación por los organismos del suelo, proporciona facultad para la autorrecuperación de la arquitectura del suelo que ha sido dañada por las diversas actividades desarrolladas por el hombre (Salinas, Sepúlveda, & Sepúlveda, 2014).

Por lo indicado anteriormente se ha provocado un crecimiento en la demanda de productos orgánicos, siempre y cuando el proceso que se lleva a cabo para su obtención no influya de forma negativa con el medio ambiente (García, 2015).

Se ha desarrollado estudios por (Altesor, Eguren, & Mazzeo, 2008), que determinan el efecto que tiene el desecho de papel sobre el crecimiento de plantas, al momento se ha registrado resultados positivos en cuanto a la corrección de pH, y disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

Por otro lado, se observa que, a pesar de las limitaciones en la producción de alimentos, la ocupación campesina a lo largo de los años ha proveído los alimentos a la población ecuatoriana, ordinariamente con una diversidad de productos hortícolas y un método rotativo. Las pequeñas unidades productivas respetan mucho más la conservación del medio ambiente y se preocupan de la reposición de los ecosistemas con costos reducidos (Revolución Agraria, 2011).

Ante estos sucesos, la presente investigación busca proporcionar una alternativa en la utilización de los desechos de la industria papelera para acrecentar la producción hortícola mediante el mejoramiento de las características de fertilidad de los suelos.

## **1.2 Justificación**

La industria papelera en Ecuador, se ha desarrollado aceleradamente durante las últimas décadas conforme ha crecido la población. Esta industria genera grandes cantidades de residuos, los mismos que están formados principalmente por compuestos orgánicos que no son procesados adecuadamente y se constituyen en una preocupación económica y ambiental (Aravena, Valentin, Diez, Mora, & Gallardo Felipe, 2007).

Varios estudios realizados en la Carrera de Agropecuaria IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas ha dado uso a estos residuos industriales tanto en la actividad ganadera como en la agrícola observándose resultados positivos en las dos actividades influyendo en la recuperación de su productividad por aumento en el pH, aumento en el contenido de materia

orgánica y un mejoramiento de la disponibilidad de otros nutrientes tales como N, P y K (Altesor, Eguren, & Mazzeo, 2008).

En base a estos resultados se ha podido observar que la utilización de los desechos de la industria papelera pueden favorecer significativamente la horticultura familiar ecuatoriana, misma que hoy por hoy presenta dificultades económicas, sociales y ambientales lo cual en el mediano y largo plazo han desembocado en una seria degradación del suelo, presencia de plagas más resistentes y además de que los productos que convencionalmente se utilizan resultan perjudiciales para la salud tanto de productores como de los consumidores (Aravena, Valentin, Diez, Mora, & Gallardo Felipe, 2007).

En esta dirección la FAO indica que existe un distinto mercado, el mismo que es susceptible a la calidad de los productos que se producen a través de técnicas orgánicas, anotándose que existe un requerimiento urgente que busque implementar tecnologías limpias que contribuyan al cuidado y regeneración de los suelos sin elevar de manera significativa los costos de obtención. (FAO, 2018).

La presente investigación nace con la finalidad de determinar el efecto de la aplicación de humus de lombriz en mezcla con celulosa de papel sobre el desarrollo de hortalizas en los suelos volcánicos de la sierra ecuatoriana; la iniciativa parte del conocimiento de las dificultades provocadas en suelos ácidos y con baja fertilidad. La utilización de los desechos de la industria papelera pretende brindar una solución a largo plazo que presentan las características de los suelos tales como la acidez y baja fertilidad, con lo cual se pretende brindar una solución a largo plazo, que beneficie por una parte a la disposición adecuada de desechos de industria y por otra parte a la recuperación de suelos degradados producto del paso de la agricultura convencional.

### 1.3 Objetivos.

#### 1.3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de tres dosis de humus de lombriz en mezcla con celulosa de papel sobre la producción de hortalizas.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el mejor nivel de aplicación de la mezcla de humus de lombriz con celulosa de papel sobre la producción de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) y remolacha (*Beta vulgaris*).
- Determinar el valor nutritivo de acelga y remolacha mediante análisis análisis proximal de proteínas, carbohidratos, grasa, cenizas.
- Establecer el tratamiento de mayor beneficio económico por presupuestos parciales.

### 1.4 Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de humus de lombriz en mezcla con celulosa de papel no presenta diferencias significativas sobre la producción en dos tipos de hortalizas.

**H<sub>a</sub>:** La aplicación de humus de lombriz en mezcla con celulosa de papel presenta diferencias significativas sobre la producción en dos tipos de hortalizas.

## CAPÍTULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1 Generalidades del cultivo de acelga

##### 2.1.1 Clasificación taxonómica

Según el (MANUAL AGROPECUARIO, 2012) la acelga taxonómicamente pertenece a la familia *Chenopodiaceae*, género *Beta*, especie vulgaris, su nombre científico es (*Beta vulgaris* var. *cicla*).

##### 2.1.2 Características morfológicas

Presenta un conjunto radicular bastante ramificado, hojas anchas y largas, con el pecíolo poco desarrollado en la acelga de cortar (que se consume por sus limbos), y considerablemente desarrollado, carnoso y blanco en la acelga de pencas (apetecida por sus pecíolos). El matiz de las flores trasciende semejante al de la remolacha por tanto, estas son: (de condición oval y de color verde oscuro). No presenta un fruto comestible, pero éste al desarrollarse da lugar a un glomérulo (Garg, Gupta, & Satya, 2014).

Las hojas constituyen la cantidad comestible y son grandes de carácter oval; tienen un pecíolo o penca ancha y larga que se prolonga en el limbo; el color varía según variedades, entre verde oscuro intenso y verde claro. Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos (MANUAL AGROPECUARIO, 2012). La raíz presenta forma napiforme de color blanco amarillento, fibrosa y su hondura al no existir obstáculos se encuentra entre 90 a 120 cm.(MANUAL AGROPECUARIO, 2012).

### 2.1.3 Variedades de Acelga.

En Ecuador se conocen y comercializan 6 variedades importantes, las cuales son:

- **Acelga rubia:** Se caracteriza por poseer cuantiosa producción de hojas que tiene un color verde amarillento y sus peciolo verdes, usada particularmente para los cultivos de época lluviosa e invierno (Fernández, 2019).
- **Acelga roja:** Posee hojas verdes, lisas, con el tallo de color rojo con muchos nutrientes y poca cantidad de calorías. La degustación de esta variedad de acelga es comparable al de las espinacas, pero más suave (Castillo, 2017).
- **Acelga bressane:** Se caracteriza por su tonalidad verde opaco en las hojas, con los peciolo muy blancos y de 3 a 4 centímetros de anchos. Es una variedad rústica y se adapta bien en las regiones frías (CONDELMED, 2012).
- **Acelga de chile:** Se caracteriza por ser una planta de gran tamaño con hojas de una tonalidad verde de reflejos metálicos, con nervaduras rojas y violáceas, alcanzando incluso 0,80 metros de largo. Si bien es una variedad comestible como las anteriores se emplea en horticultura en aspecto estético (Fernández, 2019).
- **Acelga corde blanche:** Esta variedad se caracteriza por tener hojas verde oscuras, particularmente onduladas y con pencas blancas (Fernández, 2019).
- **Fordhook Giant:** Esta variedad se caracteriza por poseer hojas de color verde oscuro y muy arrugadas, con venas amplias de color blanco, resiste bastante al frío. Es muy demandada en el mercado por su sabor y su rendimiento (CONDELMED, 2012).

#### **2.1.4 Descripción de la variedad a emplear.**

Fordhook Giant es una variedad de acelga que se introdujo en el período de 1920 y que se caracteriza por sobre todo su fornido crecimiento y su vigor.

La acelga de hoja ancha con tallos blancos y de hoja gruesa no es propensa a expeler tallo. El ciclo de cultivo es de 60 días, pero puede ser cosechada a la medianía de este lapso, por lo tanto se utiliza como una hortaliza de hojas tiernas (CONDELMED, 2012).

### **2.2 Cultivo de remolacha**

#### **2.2.1 Clasificación taxonómica**

Según el (CONDELMED, 2012) la remolacha taxonómicamente forma parte de la familia *Chenopodiaceae*, genero *Beta*, especie vulgaris, su nombre científico es (*Beta vulgaris*).

#### **2.2.2 Características morfológicas**

Es una hortaliza bianual, específicamente, que el primer año la remolacha desarrolla un grosor pronunciado de raíz napiforme y una roseta de hojas, a lo largo del segundo período, emite una inflorescencia ramificada en panícula, pudiendo lograr hasta un metro de altura, la derivada formación de frutos y semillas (MANUAL AGROPECUARIO, 2012).

El tallo es corto a lo largo del primer año y forma la corona de la planta; de esta parten gran cantidad de hojas anchas, que tienden a conservar una coloración violácea cuando la hortaliza está próxima a madurar (Garg, Gupta, & Satya, 2014).

Las flores son pobremente llamativas y hermafroditas (Vargas, 2014). La polinización es en general cruzada, porque sus órganos masculinos y femeninos maduran en distintas épocas. La raíz es pivotante, completamente enterrada, de piel-amarillo verdosa y rugosa al contacto, se constituye la porción más importante órgano condensador de reservas. Las Semillas estas adheridas al cáliz y son particularmente leñosas (MANUAL AGROPECUARIO, 2012).

### 2.2.3 Tipos de remolacha

Heike (2011) menciona que por su forma existen tres tipos de remolacha por su forma:

- **Remolachas chatas:** Se caracterizan por tener una forma redonda y aplastada, con un diámetro ecuatorial mucho mayor que el polar. Durante muchos años dominaron en el mercado variedades como Chata de Egipto, Crosby's Egiptian y Early Wonder (Heike, 2011).
- **Remolachas redondas:** Se caracterizan por una forma globular, con diámetros ecuatoriales y polares semejantes (Villazón, 2011). Paulatinamente han ido desplazando a las variedades chatas en el comercio, siendo los cultivares más empleados Detroit Dark Red, Red Ace y Ruby Queen (Montes, 2019).
- **Remolachas cilíndricas:** Se caracterizan por ser alargadas, con un diámetro hiperbóreo superior que el ecuatorial, estos cultivares han sido desarrollados básicamente para el resultado de rodajas y su principal utilización se circunscribe a la agroindustria; en nuestro medio experimentalmente no se emplean (Zuares, 2017). Los cultivares de remolacha más nombrados son Cylindra, Cylinder Long Red y Formanova (Vilagrán , Legarraga, & Zschau, 2016).

#### 2.2.4 Descripción de la variedad a emplear.

En esta investigación se empleó la variedad Detroit Roja oscura. (Heike, 2011) menciona que el color de su carne rojo muy oscuro y sobresale por su resistencia al mildiu vellosa.

La raíz de forma redondeada alcanza un crecimiento de 9-10 cm de diámetro y pertenece al tipo de raíz pivotante, posee maduración medianamente temprana y su cosecha se la realiza a los 60 y 70 días después de la siembra.

Presenta muy buena aptitud para la comercialización en fresco ya que posee un dulzor destacado comparado con otras variedades y tamaño considerable.

### 2.3 Condiciones agroclimáticas adecuadas para los cultivos de remolacha y acelga

- **Luz:** las acelgas requieren de luz moderada. Las remolachas requieren de alta actividad luminosa a lo largo de todo el año lo que da como consecuencia la obtención de dos cosechas al año, se adaptan bien en altitudes medianas y elevadas, las hortalizas en cuestión se ven favorecidas por acompañamiento de temperatura constante (Castillo, 2017).

- **Temperatura:** La acelga y la remolacha son plantas de clima templado, que vegetan bien con temperaturas medias; les perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura y estas variaciones pueden promover que se inicie el segundo período de desarrollo, afectando la presencia de la flor en las plantas (CONDELMED, 2012).

Tanto la remolacha como la acelga en su desarrollo vegetativo requieren de temperaturas que están comprendidas entre un mínimo de 6° C y una máxima de 27° a 33° C, con un medio

óptimo entre 15° y 25° C. Para que se presente la floración necesita pasar por un período de temperaturas bajas (FAO, 2018).

## **2.4 Requerimientos edáficos**

Según (Elvira, Sampedro, Benftez, & Nogales, 2015) para el cultivo de la remolacha se requieren suelos franco arenosos, con una profundidad de 0,8 metros, buen drenaje y fertilidad media. Se adaptan bastante bien en rangos de pH entre 5,8 y 7,2, libre de contenido de sales de Na, Ca, B y Cl y una conductividad eléctrica inferior a 1 mmhos·cm<sup>-1</sup>. El suelo debe presentar idealmente altos niveles de materia orgánica (INIA, 2017).

La acelga necesita suelos de consistencia media; vegeta mejor cuando la textura tiende a ser arcillosa que cuando es arenosa. Demanda de suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación. Es un cultivo que soporta muy bien la salinidad del suelo, presentando resistencia a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico. Requiere suelos algo alcalinos, con un pH óptimo de 7,2; vegetando en buenas condiciones en los comprendidos entre 5,5 y 8; no tolerando los suelos ácidos (GUÍA DE HORTALIZAS Y VERDURAS, 2010).

## **2.5 Distancia de siembra de la acelga y remolacha**

Tanto para la acelga como para la remolacha (Castillo, 2017) recomienda distancias que van desde 0.50 m entre surcos y de 0.30 a 0.40 m entre plantas, esta separación va en función del tipo de suelo, de la variedad a sembrar, de la fuerte presencia de arvenses.

## 2.6 Riego en las hortalizas

Durante todo el ciclo de cultivo de las hortalizas, debe haber una adecuada dosificación de agua, se recomienda mantener al suelo en capacidad de campo, se debe regar cada 4 semanas luego se puede regar pasando un día dependiendo de las condiciones climáticas (Degremont, 2017).

Para la remolacha es de vital importancia en la época de inicio de engrose, en las últimas tres semanas el riego debe ser continuo. (MAGAP, 2017).

## 2.7 Requerimiento nutricional para el cultivo de acelga y remolacha

El manejo nutrimental es uno de los factores de mayor importancia en el cultivo de acelga y remolacha, principalmente porque la aplicación en cantidades exuberantes de algunos nutrientes como el nitrógeno (N) puede secundar al excesivo crecimiento vegetativo, menor rendimiento y fragilidad de la hortaliza (FAO, Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, 2018).

La dosis a aplicar de cada nutriente debe estar relacionada al nivel de rendimiento del huerto y a las propiedades físico-químicas del suelo (análisis de suelo), por lo cual el programa de fertilización de cada temporada debe ser específico en cada espacio de terreno (MAGAP, 2017).

### 2.7.1 Macronutrientes

- **Nitrógeno:** Forma parte constitutiva de las proteínas y enzimas, también de la molécula de clorofila, por lo tanto es de vital importancia en la síntesis de proteínas y vital para la

realización de la fotosíntesis. Acelera el alargamiento de las raíces y mejora la calidad de ellas al absorber fósforo (Sperling, 2005).

Su principal función es reforzar el vigor de la planta, dar el color verde a la planta y hojas, también se encarga en promover la formación de yemas y por tanto es el elemento que promueve la formación de tejido vegetal potencializando el crecimiento de la planta (Estrada, 2004).

- **Fósforo:** No solo acelera el desarrollo en la primera edad, sino que mejora el contenido de sacarosa. El fosforo es constituyente principal de los ácidos nucleídos, fosfolípidos y vitaminas, además es un elemento indispensable para todos los procesos que requieren energía en la planta. Interviene en la producción de raíces y en la formación de estructuras de reproducción (semillas). La eficacia del fósforo se manifiesta principalmente en los estados jóvenes de la planta, por tanto es recomendable enterrar este elemento lo más temprano posible para que esté disponible y asimilable en los primeros estados de la acelga y remolacha (Estrada, 2004).

- **Potasio:** El potasio emplea bien para armonizar la dotación del abonado y producir masa y hojas. Se usa en concentraciones de 40 a 50 % y en forma de cloruros. Para la remolacha forrajera es suficiente 220 kg/ha de K<sub>2</sub>O. El potasio juega un papel vital en la fotosíntesis y en el transporte de los productos que se generan en esta actividad, se conoce como un nutriente de la arquitectura de la planta debido a sus importantes efectos en factores como tamaño, forma, color (Estrada, 2004).

- **Calcio:** Es esencial para el desarrollo radicular, mejora el calibre de las remolachas y brinda mayor firmeza en las dos especies.

- **Magnesio:** Es el constituyente de la clorofila, mejora la actividad fotosintética de las hojas, aumentando el color verde en las mismas.

## 2.8 Humus

El humus es un abono orgánico que proviene de la actividad microbial descomponedora sobre el material orgánico; es un material de color café oscuro, granulado homogéneo e inodoro. Aporta materia orgánica, nutrientes y hormonas enraizantes de forma natural (Soto, 2005).

La transformación del humus en el suelo tiene como principal característica evolucionar, conservando intactos, o poco modificados, los núcleos bencénicos, que es la base de otros compuestos complejos, que aumentan la energía almacenada (Salinas, Sepúlveda, & Sepúlveda, 2014). Por el contrario, la mineralización consume y disminuye las reservas energéticas (Seipasa, 2016).

Este fenómeno se inscribe en el campo de la entropía, al aumentar la energía y su dispersión en la materia, al contrario de la entalpía, -caso de la mineralización,- donde la energía es concentrada y expulsada de la materia (Mejías, 2005).

La agricultura actual no tiene en consideración más que el segundo fenómeno, es decir, la mineralización, con todas sus consecuencias inherentes: la degradación y la polución son dos de sus facetas bien conocidas (FAO, 2018).

La humificación y la meteorización son reacciones de estabilización de ambos materiales bajo condiciones terrestres. Así, estas reacciones se pueden tomar como procesos análogos (Mejías, 2005).

Las sustancias húmicas son compuestos poliméricos formados a partir de los compuestos producidos por acción microbial y que difieren de estos biopolímeros por su estructura molecular y su larga persistencia en el tiempo (Garg, Gupta, & Satya, 2014).

La definición de sustancias húmicas implica un grupo particular de compuestos orgánicos, de relativa masa molecular o reactividad química. Es esencialmente un grupo muy disímil de compuestos orgánicos de naturaleza refractaria o recalcitrante (Sanchez, 2014).

La humificación de los restos orgánicos está caracterizada, inicialmente por una fragmentación de los restos orgánicos y por la formación del humus, el cual muestra una disminución continua de la relación C/N a medida que avanza (Cabascango, 2016).

## **2.9 Celulosa de papel**

### **2.9.1 Celulosa de papel**

Según (Morrison, 1998) menciona que la celulosa también denominada fibra, es el elemento estructural de la madera. Analizando a la celulosa químicamente se encuentra que es un polímero natural formado por unidades de glucosa (Elvira, Sampedro, Benftez, & Nogales, 2015).

Las fibras se encuentran en la madera unidas entre sí por un compuesto químico complejo llamado lignina que le proporciona rigidez (Tilley, Ulrich, & Reymond, 2015). La fabricación del papel consiste en separar la celulosa de la lignina a través de procesos industriales químicos o mecánicos (Morrison, 1998).

### **2.9.2 Importancia y Origen de la Celulosa**

#### **2.9.2.1 Importancia de la Celulosa**

La celulosa es un tejido de sostén que constituye la parte estructural de las plantas. La pared de una célula vegetal joven contiene aproximadamente un 40 % de celulosa; la madera un

50 %, mientras que el ejemplo más puro de celulosa es el algodón, con un porcentaje mayor al 90 % (Terán, 2016).

A pesar de que está formada por glucosa.

La celulosa no puede ser consumida por los animales como fuente de energía, ya que no cuentan con la enzima necesaria para romper los enlaces  $\beta$ -1,4-glucosídicos (Aravena, Valentin, Diez, Mora, & Gallardo Felipe, 2007).

Sin embargo, es importante incluirla en la dieta humana (fibra dietética) porque al mezclarse con las heces facilita la digestión y ayuda contra el estreñimiento (Carlos, 2010).

### **2.9.2.2 Origen de la Celulosa**

Su nombre es atribuido a una sustancia de orígenes muy diversos como el algodón, la madera, las algas, la estructura de ciertos animales marinos, las membranas formadas por diversas bacterias en la superficie del medio de cultivo (Carlos, 2010).

Según su origen las celulosas presentan un aspecto diverso y son más o menos afectables por distintos reactivos, aunque todas tienen la composición y su fórmula es  $(C_6H_{10}O_5)^n$ , además producen similares derivados de sustitución y los mismos resultantes de hidrólisis de degradación. (Calvet, 2011).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del lugar de Investigación

##### 3.1.1 Ubicación Política

El presente estudio se realizó en la Hacienda el Prado, localizada en el Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, Parroquia San Fernando, perteneciente a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

##### 3.1.2 Ubicación Geográfica

La Hacienda el Prado se encuentra ubicada en la longitud 78°24'44" W, latitud: 0°23'20" S, altitud 2748 m.s.n.m. (Figura 1).



*Figura 1* Laboratorio de Agricultura Familiar e interculturalidad

##### 3.1.3 Clasificación Ecológica

La hda. El Prado está en el piso altitudinal montano bajo, región latitudinal templada, zonificación de vida en bosque húmedo, clasificación bioclimática húmedo- templado. La

temperatura promedio anual es de 13.89 °C, la precipitación anual es de 1285 mm/año, y la humedad relativa promedio anual 69.03 %.

## **3.2 Materiales**

### **3.2.1 Materiales de Campo**

#### **3.2.1.1 Herramientas y equipos**

- Celulosa
- Maquinaria agrícola (riego)
- Remolacha
- Acelga
- Regla
- Libreta de campo
- Balanza electrónica
- Cuadrantes
- Piola
- Estacas
- Rastrillos
- Calibradores (pie de rey)
- Letreros
- Marcadores
- Cintas de identificación

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 Preparación del terreno

Se realizó la limpieza del terreno extrayendo plantas arvenses, plantas procedentes del anterior cultivo, etc. Con herramientas de campo se procedió a realizar la descompactación y aireación de las unidades experimentales (Figura 2).



*Figura 2* Ubicación Preparación del terreno.

#### 3.3.2 Análisis de suelo

Se obtuvo muestras de suelo iniciales, antes de aplicar la mezcla de celulosa y de humus. Después de la cosecha se tomaron muestras de suelos de cada tratamiento, para hacer los análisis respectivos las muestras se enviaron a los laboratorios Agrocalidad.

#### 3.3.3 Análisis de celulosa

Se evaluó muestras de la mezcla de celulosa, determinando en la composición de 55.6 kg de Nitrógeno por cada tonelada de mezcla de celulosa, encontrándose también la presencia de elementos como P, K y Ca, determinándose que este material es una fuente importante no solamente como materia orgánica sino como material nutritivo.

### **3.3.4 Aplicación de celulosa**

Para aplicar la celulosa, “Sancela Familia” proveyó de las cantidades; la celulosa se pesó sobre la balanza y se roseó de acuerdo al diseño experimental aplicado; así para el tratamiento 1 se mezcló 20 t ha<sup>-1</sup> de celulosa con 2 t ha<sup>-1</sup> de humus, en el tratamiento 2 se mezcló 40 t ha<sup>-1</sup> de celulosa con 5 t ha<sup>-1</sup> de humus, para el tratamiento 3 se mezcló 80 t ha<sup>-1</sup> de celulosa con 7 t ha<sup>-1</sup> de humus, en el tratamiento control se hizo una fertilización química.

### **3.3.5 Establecimiento del experimento**

El experimento fue establecido en parcelas de producción orgánica en el laboratorio de agricultura familiar e interculturalidad en la Carrera de ingeniería Agropecuaria IASA-I; posteriormente se dividieron las parcelas empleando tablas alcanzándose un total de 40 unidades experimentales.

En las parcelas experimentales de cada tratamiento se aplicaron las cantidades de mezcla de celulosa y humus (Tabla 1), utilizando una pala nivelando el terreno empleando un rastrillo.

### **3.3.6 Siembra**

En el caso de la acelga se utilizó plántulas las mismas que se plantaron a una distancia de 8 cm entre plantas y 45 cm entre hileras. En el caso de la remolacha se emplearon plántulas de la variedad Detroit Roja oscura 40 cm entre hileras y 10 cm entre plantas (INFOAGRO, 2018). El riego para los 2 cultivos se suministró mediante aspersión.

### 3.3.7 Manejo del cultivo

Se realizaron manejos preculturales como deshierbas manuales cada semana, alrededor de las unidades experimentales se aplicó una línea de cal para evitar la presencia de babosas. El riego fue suministrado en función a las condiciones climáticas.

Para el caso de la remolacha se realizó raleos manuales al segundo y tercer mes, al tercer mes se realizó aporcamientos para el engrosamiento adecuado de la papa (Figura 3).



*Figura 3* Controles preculturales en cultivos de acelga y remolacha

### 3.3.8 Cosecha

Para las dos especies se realizó la cosecha al tercer mes de producción, en acelga y remolacha de igual manera se realizó la cosecha en el tercer mes de producción. En el caso de la remolacha, se procedió a remover con precaución el suelo para sacar las remolachas (Figura 4) y en el caso de la acelga (Figura 4) se las cosechó cuando las hojas alcanzaron una altura de 18 cm.



**Figura 4** Cosecha en cultivos de remolacha



**Figura 5** Cosecha en cultivos de acelga y remolacha

### **3.3.9** Diseño experimental

El experimento fue realizado bajo el Diseño de Bloques completamente al azar (DBCA), estableciéndose cuatro tratamientos con cinco repeticiones. Se empleó pruebas de Tukey para evaluar el nivel de significancia de los tratamientos.

### 3.3.10 Descripción de los tratamientos

**Tabla 1**

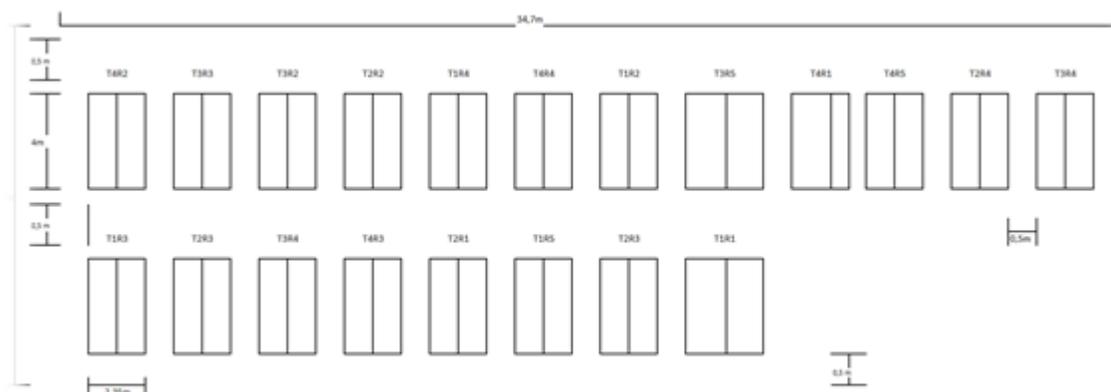
*Dosis de aplicación de celulosa más humus por tratamiento*

Tratamiento	tn ha <sup>-1</sup> Celulosa + tn ha <sup>-1</sup> de humus	kg/ parcela	Hortaliza
T0	0	0	Acelga
T0	0	0	Remolacha
T1	20+2	9.4+0.94	Acelga
T1	20+2	9.4+0.94	Remolacha
T2	40+5	18.8+2.35	Acelga
T2	40+5	18.8+2.35	Remolacha
T3	80+7	37.6+3.29	Acelga
T3	80+7	37.6+3.29	Remolacha

T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha<sup>-1</sup> Celulosa + 2tn ha<sup>-1</sup> de humus, T3: 40tn ha<sup>-1</sup> Celulosa + 5tn ha<sup>-1</sup> de humus y T4: T2: 80tn ha<sup>-1</sup> Celulosa + 27n ha<sup>-1</sup> de humus

Se estableció cuatro tratamientos, uno para cada dosis de celulosa más humus y un testigo químico (Tabla 1). Para cada tratamiento se mezclaron las dosis de celulosa más humus; así, para el tratamiento 1 se mezcló 20 t ha<sup>-1</sup> de celulosa con 2 t ha<sup>-1</sup> de humus, en el tratamiento 2 se mezcló 40 t ha<sup>-1</sup> de celulosa con 5 t ha<sup>-1</sup> de humus, para el tratamiento 3 se mezcló 80 t ha<sup>-1</sup> de celulosa con 7 t ha<sup>-1</sup> de humus, en el tratamiento control se hizo una fertilización química.

Los tratamientos se aplicaron tanto a la acelga como a la remolacha y cada tratamiento tuvo cinco repeticiones, esto dio como resultado un total de 40 unidades experimentales de 4.7m<sup>2</sup> en un área total de 209.7 m<sup>2</sup>. Los tratamientos estuvieron distribuidos tal como se indica en la figura 6.



*Figura 6* Distribución de tratamientos en campo.

### 3.3.11 Análisis Económico

Se aplicó el método del presupuesto parcial instaurado por (Perrín, 1997), el cual plantea obtener los beneficios netos de cada uno de los tratamientos evaluados mediante la diferencia entre el beneficio bruto y los costos variables representativos.

### 3.3.12 Análisis nutricional

La calidad del producto se determinó mediante el análisis bromatológico y microbiológico así se estableció si tiene las condiciones normales o presentan un déficit, para lo cual fue necesario conocer la composición química por cuantificación de los componentes de dicho producto, esto quiere decir que se realizaran análisis de proteínas, carbohidratos, fibra y grasa

### 3.3.13 Recolección de datos.

Para la medición de la tasa de desarrollo de las plantas se tomaron 3 mediciones por parcela, seleccionadas al azar de cada parcela hasta que cada planta desarrolló la tercera hoja verdadera.

Cada mes tanto en la remolacha como en la acelga se tomó la altura de 3 plantas por parcela y las mediciones desde la base del cuello de la raíz hasta el ápice más alto de las hojas de la planta.

Después de la cosecha se realizó un muestreo para la medición de las hortalizas para la categorización de las hortalizas. La calidad del producto se determinó mediante el análisis proximal de proteínas, carbohidratos, grasa y cenizas.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis de los resultados.

##### 4.1.1 Resultados del análisis de suelo

**Tabla 2**

*Análisis de suelo*

PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 90450	-	7.20
Materia Orgánica	VOLUMÉTRICO PE/SFA/09	%	8.62
Nitrógeno	VOLUMÉTRICO PE/SFA/09	%	0.43
Fósforo	COLORIMÉTRICO PE/SFA/11	Mg/kg	82.0
Potasio	ABSORCIÓN ATÓMICA PE/SFA/12	cmol/kg	1.08
Calcio	ABSORCIÓN ATÓMICA PE/SFA/12	cmol/kg	16.6
Magnesio	ABSORCIÓN ATÓMICA PE/SFA/12	cmol/kg	1.81
Hierro	ABSORCIÓN ATÓMICA PE/SFA/13	mg/kg	375.2
Manganeso	ABSORCIÓN ATÓMICA PE/SFA/13	mg/kg	9.84
Cobre	ABSORCIÓN ATÓMICA PE/SFA/13	mg/kg	7.95
Zinc	ABSORCIÓN ATÓMICA PE/SFA/13	mg/kg	7.65

**Fuente:** Análisis obtenidos de Laboratorios de Agrocalidad en el año 2019.

La (Tabla 2) muestra los resultados del análisis de suelo al momento de aplicar las diferentes dosis de mezcla de celulosa y humus.

Los análisis de suelo mostraron que los tratamientos que incluyeron celulosa tuvieron un efecto benéfico sobre el suelo ya que la capacidad de intercambio catiónico se incrementó en dos puntos, mientras que en el testigo no existieron cambios en comparación con el análisis del suelo antes de la aplicación de los tratamientos. Esto concuerda con lo propuesto por lo propuesto por (Calvet, 2011) quien manifiesta que El uso de celulosa modifica, por su contenido de calcio facilita la capacidad de intercambio catiónico, sin alterar otras propiedades físicas de los suelos.

**Tabla 3**

*Composición química de la celulosa*

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO "ALS"	UNIDAD	14157-2 L2	INCERTIDUMBRE (K=2)
NITRÓGENO TOTAL DE KJELDAHL (*)	Standard Methods Ed.22. 2012 4500NorgC	PA-72.00	mg/kg	2079.5	± 12.7mg/kg
FÓSFORO TOTAL (*)	Standard Methods Ed.22. 2012 4500-P B y 4500- P C	PA- 49.00	mg/kg	35.6	± 1.4mg/kg
POTASIO (*)	EPA 3050 B. Rev.02. 1996	PA- 26.00	mg/kg	89.2	± 8.02 mg/kg
CALCIO (*)	EPA 3010 A. Rev 01. 1992 EPA 3050 B. Rev.02.1996	PA- 60.00	mg/kg	140863.4	± 1.3 mg/kg
POTENCIAL HIDRÓGENO (*)	EPA 9045 D. Rev. 04. 2004	PA- 05.00	mg/kg	8.36	± 0.07 U mg/kg

**Fuente:** FAMILIA, 2018

Se realizó el análisis de composición de celulosa, información proporcionada por la empresa FAMILIA, según se muestra en la (Tabla 3).

#### 4.1.2 Análisis de desarrollo vegetativo y rendimientos en acelga y remolacha

##### 4.1.2.1 Análisis de datos para el cultivo de acelga.

En el cultivo de acelga se realizó un ANAVA para el primer mes, presentaron diferencias significativas para el crecimiento (Tabla 4).

**Tabla 4***Análisis de varianza para altura al primer mes en acelga*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>de Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	39,4726	3	12,9272	4,07	0,0049
Intra grupos	577,45	172	3.17221		
Total (Corr.)	616.922	175			

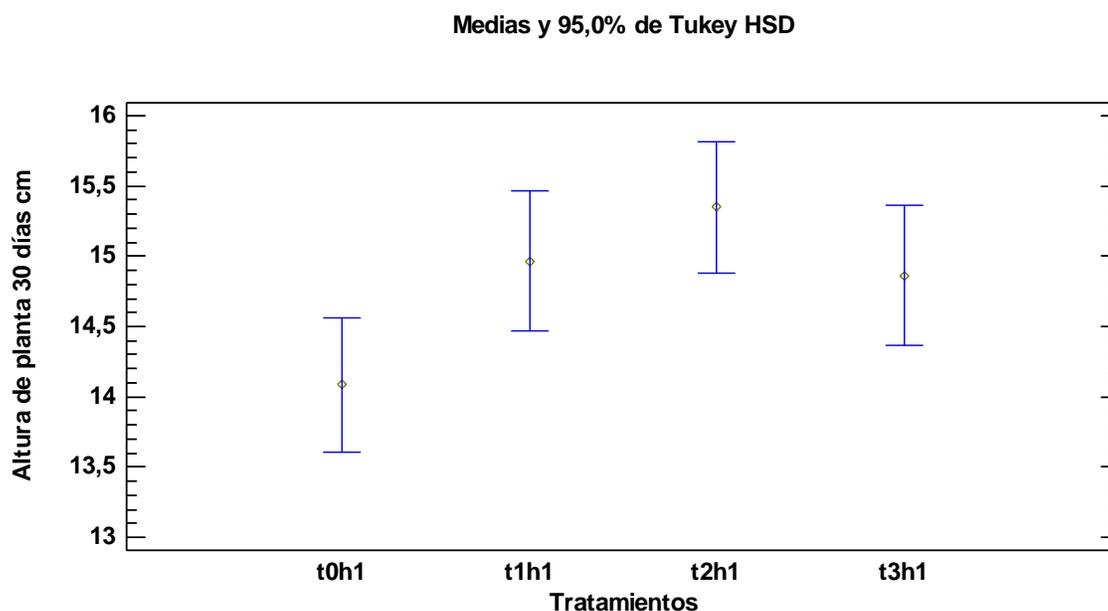
Los análisis de compuestos de celulosa contribuyen con la capacidad de adsorción de elementos como el nitrógeno, fósforo y potasio, además de contribuir con la disponibilidad de los mismos para el desarrollo de los cultivos. Según (Tilley, Ulrich, & Reymond, 2015) indica que los ácidos fúlvicos son compuestos solubles tanto en ácidos como bases, por lo que existe una gran pérdida por lixiviación, y debido a que una propiedad de las zeolitas es su capacidad de adsorción selectiva pueden retener compuestos nitrogenados que son liberados lentamente (Zuares, 2017).

**Tabla 5***Prueba de Múltiples Rangos de Tukey para altura a los 30 días en acelga*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T0	48	12,0854	X
T3	45	13,8642	XX
T1	45	13,9667	XX
T2	51	15,353	X

Método: 95,0 porcentaje Tukey, siendo T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Mediante la prueba de rangos múltiples (tabla 5) por el método de Tukey, y un nivel de confianza del 95%, observamos que existe una diferencia significativa entre el tratamiento 2 (t2) vs. El testigo (t0); siendo el t2 el que presenta una mayor altura de planta.



**Figura 7** Medias en la altura de plantas en acelga el primer mes

**Tabla 6**

*Análisis de varianza en las alturas de las plantas de acelga para la cosecha.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6838,82	3	2279.60	108.7	0,0001
Intra grupos	2466,65	122	20,556		CONTINÚA...
Total (Corr.)	9305,47	125			

T1: Tratamiento químico, siendo diferentes significativamente en tre tratamientos T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Se empleó un ANAVA de la medición de la altura, observándose diferencias significativas en los resultados (tabla 6).

**Tabla 7**

*Prueba de Múltiples Rangos para altura el momento de la cosecha*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T0	30	37,2384	X
T1	33	42,7576	X
T3	30	47,4333	X
T2	33	56,3345	X

Método: 95,0 porcentaje Tukey, siendo T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Con la prueba de rangos múltiples (tabla 6) por el método de Tukey, y un nivel de significancia del 95%, observamos que existen diferencias significativas entre todas las medias expuestas de los tratamientos con excepción del tratamiento 0 (t0) frente al tratamiento 3 (t3), siendo el tratamiento 2 (t2) el que presenta la mayor altura de planta con 56.33 cm (Tabla 7).

**Tabla 8**

*Análisis de varianza para largo de la raíz de acelga en la cosecha*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	443,562	3	147,854	21,69	0,0000
Intra grupos	823,772	122	6,77565		
Total (Corr.)	1267,334	125			

ANAVA, en el cual T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

En la acelga se realizó análisis de varianza; para el largo de la raíz al momento de la cosecha, (Tabla 8) se observan diferencias significativas entre las medias con un nivel de confianza del 95,0%.

**Tabla 9**

*Prueba de Múltiples Rangos para largo de raíz de acelga en la cosecha*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T2	30	25,3321	X
T0	33	25,4891	XX
T3	33	28,9423	X
T1	30	29,3522	X

Método: 95,0 porcentaje Tukey, siendo T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Mediante el uso de la prueba de rangos múltiples (tabla 9) por el método de Tukey, y un nivel de confianza del 95%, observamos que existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos que tenían mezcla de celulosa comparada con el tratamiento 1 (T1), aunque no se

observan diferencias significativas entre los tratamientos T1H1, T2H1 Y T3H1. El tratamiento 1 presentó las raíces más largas con una media de 29,34 cm.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza para la cosecha de acelga (kg/ha)*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	4,73917E8	3	1,57970E8	5,22	0,0182
Intra grupos	2,15117E8	8	2,29675E7		
Total (Corr.)	6,89027E8	11			

ANAVA, dentro del cual T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

En el análisis de varianza realizado para el rendimiento de la cosecha en kg/ha (Tabla 10) para el cultivo de acelga, en el cual se observan diferencias significativas estadísticamente entre las medias de peso a un nivel del 95,0% de confianza. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05.

**Tabla 11**

*Prueba de Múltiples Rangos para rendimiento de la cosecha de acelga*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T1	3	18352,4	X
T0	3	18442,2	XX
T3	3	22332,7	XX
T2	3	28023,4	X

Método: 95,0 porcentaje Tukey, siendo T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Con la prueba de rangos múltiples (Tabla 11) Por el método de Tukey, y un nivel de confianza del 95%, se obtuvo un mejor desarrollo vegetativo tanto en la altura de planta como en rendimiento de follaje, siendo el tratamiento 2 (40 tn/ha de celulosa + 80 tn/ha de humus) el mismo que presentó la mayor altura y peso de follaje, lo anteriormente mencionado concuerda

con (Seipasa, 2016) en donde habla de la influencia que tiene el biol, el mismo que puede aumentar la producción de un 30 hasta 50%, además que protege de insectos y recupera cultivos afectados por heladas. En el cultivo de acelga se obtienen rendimientos superiores a los obtenidos normalmente.

#### 4.1.2.2 Análisis de datos para el cultivo de remolacha.

El tiempo de desarrollo de las plantas de remolacha fue de 15 días, cuyo desarrollo fue significativo según (Tabla 12)

**Tabla 12**

*Análisis de varianza para altura al primer mes en remolacha*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>de Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	14,3712	3	4,7904	2,32	0,0041
Intra grupos	247,51	127	2,0620		
Total (Corr.)	261,88	130			

ANAVA, en el cual T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

**Tabla 13**

*Prueba de Múltiples Rangos de Tukey para altura a los 30 días en remolacha*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T1	48	10,7661	X
T3	45	10,9842	XX
T0	45	12,0411	XX
T2	51	12,8337	X

Método: 95,0 porcentaje Tukey, los tratamientos T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Mediante la prueba de rangos múltiples (tabla 13) utilizando el método de Tukey, y un nivel de confianza del 95%, muestra diferencia significativa entre el tratamiento 2 (t2) vs. el tratamiento 1 (T1); siendo el t2 el que presenta una mayor altura de planta.

**Tabla 14**

*Análisis de varianza para la altura de remolacha el momento de la cosecha*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>de GI</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	17453,2	3	5817,73	170,234	0,0000
Intra grupos	28762,9	412	34,175		
Total (Corr.)	46216,1	415			

ANAVA, en el cual T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Se realizó un análisis de varianza de la altura de planta al momento de la cosecha (Tabla 14) para el cultivo de remolacha, en donde se observa diferencia entre las alturas muestrales con un nivel del 95,0% de confianza. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05.

**Tabla 15**

*Prueba de Múltiples Rangos para altura de remolacha en la cosecha*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T3	150	22,8990	X
T1	144	28,7721	X
T0	150	35,9982	X
T2	150	37,5622	X

Método: 95,0 porcentaje Tukey, ANAVA, en el cual T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Con la prueba de rangos múltiples (tabla 15) por el método de Tukey, y un nivel de confianza del 95%, observamos que existen diferencias significativas entre todos los tratamientos, los tratamientos tratamiento 3 (t3) vs tratamiento 1 (T1) no muestran diferencias significativas, mientras que el tratamiento t2 (t2) y testigo (t0) muestran diferencias significativas; siendo el tratamiento t2 (t2) el que tiene mayor altura de planta con 37,56 cm.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza en las alturas de raíz de remolacha al momento de la cosecha.*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>de GI</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	7127,23	3	2375,74	104.7	0,0001
Intra grupos	3627,22	152	70,7529		
Total (Corr.)	10754,45	155			

ANAVA, en el cual T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Se midió la altura de la raíz de remolacha al momento de la cosecha, para lo cual se empleó un análisis de varianza, observándose diferencias significativas en las mediciones (Tabla 16)

Podemos evidenciar tanto en el desarrollo de la planta en altura y peso de follaje como en las características del suelo como humedad gravimétrica y capacidad de intercambio catiónico la interacción humus-celulosa resulta mucho mejor que el testigo químico. Esto concuerda con lo que manifiesta (Cabascango, 2016) quien indica que los ácidos húmicos son compuestos solubles en una solución alcalina, se adhieren a las arcillas y resistentes a la degradación siendo las zeolitas aluminosilicatos cristalinos Costafreda, (2014) podemos explicar esta interacción.

**Tabla 17**

*Prueba de Múltiples Rangos para altura el momento de la cosecha*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T3	30	7,45322	X
T1	33	9,22136	X
T0	30	9,24292	X
T2	33	11,3211	X

Método: 95,0 porcentaje Tukey, en el cual T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Con la prueba de rangos múltiples (tabla 17) por el método de Tukey, y un nivel de significancia del 95%, observamos que existen diferencias significativas entre todas las medias

expuestas de los tratamientos, sin embargo, el tratamiento 3 (t3) vs. El tratamiento 1 (T1) presentan similitudes en producción, mientras que el testigo (t0) vs el tratamiento 2 presentan las mayores producciones; siendo el tratamiento 2 (t2) el que presenta mayor altura con 11,32 cm.

**Tabla 18**

*Análisis de varianza para el rendimiento de raíz de la remolacha en kg/ha.*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>de Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	3,99408E7	3	1,33136E7	1,1085	0,0001
Intra grupos	7,81293E7	8	1,47587E6		
Total (Corr.)	11,80701E7	11			

En el análisis de varianza del rendimiento de la raíz en kg/ha (Tabla 18) para el cultivo de remolacha se muestra diferencias significativas entre los rendimientos expuestos con un nivel del 95,0% de confianza. Puesto que el valor-P de la prueba-F es mayor o igual que 0,05.

**Tabla 19**

*Prueba de Múltiples Rangos para rendimiento en la cosecha de remolacha*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T1	3	28627,1	X
T3	3	33442,8	XX
T0	3	33332,7	XX CONTINÚA...
T2	3	35774,33	X

Método: 95,0 porcentaje Tukey, siendo en el cual T1: Tratamiento químico, T2: 20tn ha-1 Celulosa + 2tn ha-1 de humus, T3: 40tn ha-1 Celulosa + 5tn ha-1 de humus y T4: T2: 80tn ha-1 Celulosa + 27n ha-1 de humus

Con la prueba de rangos múltiples (tabla 19) por el método de Tukey, y un nivel de confianza del 95%, observamos que existen diferencias significativas el tratamiento 2 (t2) vs. el tratamiento 1. El tratamiento 2 presentó mayor rendimiento siendo la media 35774,33 kg/ha.

En la presente investigación para la remolacha se obtuvo un mejor desarrollo vegetativo tanto en la altura de planta como en rendimiento de follaje, siendo el tratamiento 2 (40 tn/ha de

celulosa + 80 tn/ha de humus) el mismo que presentó la mayor altura y peso de follaje. Según (Montes, 2019) al emplear fertilización discontinua en el cultivo de remolacha se obtienen rendimientos superiores a los obtenidos normalmente.

**Tabla 20**

*Análisis de contenido de nitrógeno (proteína cruda) en cultivo de acelga y remolacha*

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Acelga	3	15	42,96	0,0006 **
Remolacha	3	15	37.56	0,0005 **

\* efecto significativo; \*\* efecto altamente significativo; <sup>ns</sup> no significativo

Al realizar la comparación de medias ajustadas DGC ( $p=0,05$ ) para la variable proteína cruda, se encontraron dos categorías estadísticas, donde el T0 y T2 son los mejores tratamientos para ambos cultivos.

Similares resultados se obtuvieron de los estudios publicados por FAO, (2011) en los que detalla la importancia del análisis de alimentos para conocer su valor nutricional, asegurar que sean aptos para el consumo y que cumplen con las características y composición que se espera de ellos.

**Tabla 21**

*Análisis de contenido de carbohidratos en cultivo de acelga y remolacha*

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Acelga	3	15	6.4	0, 216 ns
Remolacha	3	15	4.5	0, 122 ns

\* efecto significativo; \*\* efecto altamente significativo; <sup>ns</sup> no significativo

Al realizar la comparación de medias ajustadas DGC ( $p=0,05$ ) para la variable de carbohidratos no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

**Tabla 22**

*Análisis de varianza para la cantidad de grasa en remolacha y acelga bajo el efecto de 4 tratamientos*

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Acelga	3	15	0.2	0, 216 ns
Remolacha	3	15	0.12	0, 122 ns

\* efecto significativo; \*\* efecto altamente significativo; <sup>ns</sup> no significativo

En la aplicación de comparación de medias ajustadas DGC ( $p=0,05$ ) para la variable de carbohidratos no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Comparando con (Estrada, 2004) el contenido de carbohidrato y grasa, constituyen con el aporte de minerales a la dieta diaria, fertilizaciones variables pueden incrementar la calidad de producto final.

**Tabla 23**

*Análisis de varianza para el efecto de 7 tratamientos sobre la ceniza en cultivo de acelga y remolacha.*

	NumDF	F-value	p-value
Acelga	3	1,15	<0,0001
Remolacha	3	1,16	<0,0001

\* efectosignificativo; \*\* efecto altamente significativo; <sup>ns</sup> no significativo.

Se observa que no se encontraron diferencias significativas entre los dos cultivos, para el análisis de ceniza; (Fernández, 2019) enuncia que los niveles de fertilización en el cultivo de acelga no influyen en la variación de composición de ceniza en el producto final.

### 4.1.3 Análisis económico

#### 4.1.3.1 Análisis económico para el cultivo de acelga

Se realizó el análisis económico propuesto por (Perrín, 1997) para la implementación y manejo del experimento.

**Tabla 24***Costos de producción para el cultivo de acelga por tratamiento*

Tratamiento	<u>T0H1</u>		<u>T1H1</u>		<u>T2H1</u>		<u>T3H1</u>	
	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%
Mano de obra	225,87	42,81	225,87	42,81	225,87	42,81	225,87	42,81
Transporte	168,48	31,94	168,48	31,94	168,48	31,94	168,48	31,94
Humus	58,29	11,05	58,29	11,05	58,29	11,05	58,29	11,05
Celulosa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Alimentación	34,95	6,62	34,95	6,62	34,95	6,62	34,95	6,62
Depreciación herramientas	27,96	5,30	27,96	5,30	27,96	5,30	27,96	5,30
Plántulas	12	2,27	12	2,27	12	2,27	12	2,27
Total	527,55	100	527,55	100	527,55	100	527,55	100

Los desechos de celulosa tienen un costo de transporte y no hay variación en los costos de aplicación entre tratamientos (tabla 20) podemos observar que la adición de mezcla de celulosa representa entre el 0,15% del costo de producción.

**Tabla 25***Ingreso, Utilidad Total y tasa de rentabilidad para el cultivo de acelga por tratamiento*

Tratamientos	<u>T0H1</u>	<u>T1H1</u>	<u>T2H1</u>	<u>T3H2</u>
Ingreso total	\$ 612,35	\$ 730,56	\$ 987,74	\$ 725,12
Costo total	\$ 527,55	\$ 527,55	\$ 527,55	\$ 527,55
Utilidad totas	\$ 84,4	\$ 202,45	\$ 460,19	\$ 197,57
Tasa de rentabilidad	0,16	0,38	0,87	0,37

Debido a que existieron diferencias significativas para el rendimiento ente tratamientos (tablas 10 y 11), la variación que se puede observar en el ingreso, utilidad y tasa de rentabilidad (tabla21) se deben al volumen producido en cada tratamiento, siendo el tratamiento 2 (t2) el que presentó una mayor tasa de rentabilidad respecto a los demás tratamientos.

#### 4.1.3.2 Análisis económico para el cultivo de remolacha

**Tabla 26**

*Ingreso, Utilidad Total y tasa de rentabilidad para el cultivo de remolacha por tratamiento*

<b>Tratamientos</b>	<b>T0H1</b>	<b>T1H1</b>	<b>T2H1</b>	<b>T3H2</b>
Ingreso total	\$ 723,40	\$ 849,56	\$ 1220,25	\$ 935,40
Costo total	\$ 527,55	\$ 527,55	\$ 527,55	\$ 527,55
Utilidad totas	\$ 195,85	\$ 322,01	\$ 692,70	\$ 407,85
Tasa de rentabilidad	0,37	0,61	1,31	0,77

Como en el caso anterior, para el cultivo de remolacha los costos de producción para los diferentes tratamientos varían ya que para el caso de este cultivo la celulosa aplicada representa únicamente el 0,15% del costo total. La variación de costos entre tratamientos no es significativa ya que la aplicación es de costo por movilización del material y representa el 0,15 del costo total.

Se pudo observar que la mayor producción para remolacha se obtuvo en el tratamiento 2 2 (t2), al igual que en el cultivo de acelga. La menor producción la tuvo el testigo (to).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

En ambos cultivos, los tratamientos en los que se agregó el residuo de celulosa presentaron un mayor desarrollo vegetativo en comparación al testigo.

La aplicación de celulosa en el suelo en dosis de 40tn/ha y 80 tn/ha más 5tn/ha y 7tn/ha de humus, en mezcla, contribuyeron para incrementar la altura para ambos cultivos.

En los dos cultivos (acelga y remolacha) existieron diferencias significativas en el largo de la raíz, siendo los tratamientos con celulosa los que presentaron raíces más largas y desarrolladas frente al testigo químico.

Para el cultivo de acelga el Tratamiento 2 (40tn/ha de celulosa y 5tn/ha de humus) presentó el mayor rendimiento (42602 kg/ha), continuando con la parte económica, el análisis económico, presentó que al aplicar residuo de celulosa se obtienen mayores beneficios brutos, siendo el más alto el Tratamiento 2 con el que se obtiene 1,31 para remolacha y para acelga en el Tratamiento 3 ( 0.86) de retorno por cada dólar invertidos.

Para el análisis nutricional se obtuvieron los mayores porcentajes de proteína cruda (1,3) para remolacha y (2) para acelga, gracias a la incorporación de celulosa, ya que por la cantidad de nitrógeno aportado al suelo, favoreció en el desarrollo de los dos cultivos.

En ambos cultivos existieron diferencias significativas en la altura y peso de las hojas siendo el tratamiento 2 (40tn/ha de celulosa y 5tn/ha de humus) el que presentó el mayor rendimiento 42602 Kg/ha en acelga y 29774,33 kg/ha en remolacha respectivamente

La adición de celulosa contribuyó al mejoramiento en las características del suelo, adición de nutrientes y retención de agua, por otra parte la cantidad de calcio en las dosis de celulosa contribuyeron con crecimientos y desarrollos normales de los productos finales.

## **5.2 Recomendaciones**

Realizar ensayos similares de adición de mezcla de celulosa en otros cultivos, teniendo en cuenta los requerimientos de estos para incrementar la producción a largo plazo.

Evaluar la factibilidad de reutilizar los desechos de industria de papel en otros tipos de experimentos para continuar con el ciclo de reciclaje de elementos.

La presencia de Calcio en los residuos de industria puede contribuir con el incremento de pH en los suelos ácidos, los cuales se encuentran en la región Costa y Oriente ecuatoriano.

Estudios que muestren la resistencia y desarrollo de remolacha en suelos con niveles de calcio superiores a las recomendaciones técnicas convencionales de fertilización para este cultivo, ya que se pudo apreciar de manera significativa el crecimiento tanto vegetativo como radicular.

### 5.3 Bibliografía

- Altesor, A., Eguren, G., & Mazzeo, N. (2008). La industria de la celulosa y sus efectos: certezas e incertidumbres. *SciELO*, 15.
- Aravena, C., Valentin, C., Diez, C., Mora, M., & Gallardo Felipe. (2007). APLICACIÓN DE LODOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE CELULOSA: EFECTO EN ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE SUELOS VOLCÁNICOS. *SCIELO*, 14.
- Cabascango, L. R. (2016). *EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DE NITRÓGENO EN*. Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Calvet. (2011). Celulosa. *Química general aplicada a la industria*. ED. Salvat Editores S.A.
- Carlos, A. (2010). Celulosa. *Industria de la celulosa y papel*.
- Castillo, R. (8 de 9 de 2017). *Obtenido de Un huerto para compartir*. Obtenido de <https://thuerto.wordpress.com/hortalizas/ acelgas/>
- CONDELMED. (14 de 8 de 2012). *El Huerto* . Obtenido de Urbano: <http://www.elhuertourbano.net/hortalizas/variedades-de-acelga/>
- Degremont. (7 de 9 de 2017). *Lenntech*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/tipo-de-lodos.htm#ixzz5ISM3QxHW>
- Elvira, Sampedro, Benftez, & Nogales. (28 de Septiembre de 2015). Vermicomposting of sludges from paper mill and dairy industries with *Eisenia Andrei*: A pilot - scale study. *Bioresource Technology*, 63, 205-211. Recuperado el 20 de Abril de 2016

- Estrada, J. (2004). Evaluación nutricional de remolacha forrajera y maiz como alternativa de forraje en temporada de invierno. *Agricultura técnica*, 59.
- FAO. (2018). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Roma.
- FAO. (2018). *FAOSTAT*. Recuperado el Marzo de 2019, de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- FAO. (2018). LA HORTICULTURA Y LA FRUTICULTURA EN EL ECUADOR. *FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION*, 16.
- Fernández, S. (5 de 9 de 2019). *Acelga Rubia*. Obtenido de <http://mujerchile.blogspot.com/2011/04/la-huerta-ecologica-se-impone-en-la.html>
- García, F. (2015). El sector agrario del Ecuador: incertidumbres (riesgos) ante la globalización. *Universidad de Lleida*, 18.
- Garg, P., Gupta, A., & Satya, S. (2014). *Vermicomposting of different types of waste using Eisenia foetida*. Obtenido de [http://ac.els-cdn.com/S0960852405001707/1-s2.0-S0960852405001707-main.pdf?\\_tid=09466148-389b-11e6-8ea7-00000aacb362&acdnat=1466615100\\_fd5b4a8ea3b16c44414894b98735e72e](http://ac.els-cdn.com/S0960852405001707/1-s2.0-S0960852405001707-main.pdf?_tid=09466148-389b-11e6-8ea7-00000aacb362&acdnat=1466615100_fd5b4a8ea3b16c44414894b98735e72e)
- GUÍA DE HORTALIZAS Y VERDURAS. (2010). *Verduras.Consumer.es*. Recuperado el 20 de 07 de 2019, de <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/remolacha/intro.php>
- Heike, V. (05 de 10 de 2011). *Malezas de México*. Recuperado el 13 de 6 de 2019, de Conabio.com: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/chenopodiaceae/betavulgarisic>

INFOAGRO. (2018). The chard growing. *Agricultura Ecológica*, 7.

INIA. (2017). *Manual de manejo*. Chile: INIA.

MAGAP. (2017). *Producción de remolacha en el Ecuador*. Quito.

Mallia. (2003). *Utilización de la lombricultura en la transformación de lodo residual de una empresa productora de papel en abono orgánico (Humus)*. Obtenido de Universidad de Carabobo: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/mallia.pdf>

MANUAL AGROPECUARIO. (2012). *TECNOLÓGICAS ORGÁNICAS DE LA GRANJA*. Editorial Bogotá, 94.

Mejías, P. (2005). *Manual Lombricultura*. *Agroflor*, 54.

Montes, N. (2019). Fertilización inorgánica en remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) en el norte de Tamaulipas. *SCIELO*, 23.

Morrison. (1998). Celulosa. *Química Organica*. México: Adidson.

Revolución Agraria. (2011). Colectivo de Reflexión y Acción Política. *CRAPP*, 5.

Salinas, F., Sepúlveda, L., & Sepúlveda, G. (2014). Evaluación de la calidad química del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) elaborado a partir de cuatro sustratos orgánicos en Arica. *SCIELO*, 5.

Sanchez. (2014). *Departamento fisicoquímica UNAM*. Obtenido de [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Celulosa\\_27101.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Celulosa_27101.pdf)

Seipasa, N. (2016). *Abonos orgánicos para revitalizar los suelos*.

Soto, M. Á. (2005). *La industria papelera es una de las principales destructoras de Bosques Primarios*. Obtenido de El Ecologista N°32:

<http://www.ecologistasenaccion.org/article14645.html>

Sperling. (2005). *Lodos. Lodo Activado*. Londres, Inglaterra.

Terán, A. (2016). *Cosmos*. Obtenido de <https://www.cosmos.com.mx/wiki/celulosa-cxzj.html>

Tilley, E., Ulrich, I., & Reymond, Z. (2015). *Akvopedia*. Obtenido de

[http://akvopedia.org/wiki/Lodo\\_Activado](http://akvopedia.org/wiki/Lodo_Activado)

Vargas, J. (2014). CAMBIO EN AZÚCARES FERMENTABLES EN LA REMOLACHA AZUCARERA ALMACENADA EN ATMÓSFERAS AEROBIA Y ANAEROBIA PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL. *EPISTEMUS*, 7.

Vilagrán , V., Legarraga, M., & Zschau, B. (2016). *Biblioteca INIA*. Obtenido de Instituto de investigaciones agropecuarias:

<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39086.pdf>

Villazón, A. (29 de Abril de 2011). *Tecno Agro*. Obtenido de Tecno Agro. Avances Tecnológicos y Agrícolas : <https://tecnoagro.com.mx/revista/2011/no-67/zacate-rye-grass-anual-o-ballico-italiano/>

Zuares. (2017). *El mundo y las plantas*.