

EVALUACIÓN DEL EFECTO A LA INOCULACIÓN DE HONGOS  
MICORRITICOS CON MEZCLA DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE  
ACELGA (*Beta vulgaris*) EN LA FINCA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL  
PUTUMAYO MUNICIPIO DE SIBUNDOY.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO  
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN: ABONOS ORGÁNICOS Y  
MICROORGANISMOS DEL SUELO (ABORGAMI).  
SIBUNDOY - PUTUMAYO  
2012

EVALUACIÓN DEL EFECTO A LA INOCULACIÓN DE HONGOS  
MICORRITICOS CON MEZCLA DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE  
ACELGA (*Beta vulgaris*) EN LA FINCA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL  
PUTUMAYO MUNICIPIO DE SIBUNDOY.

Estudiantes

ANA ISABEL MORALES GIRALDO  
DIEGO FERNANDO TONGUINO  
FREDY ALEJANDRO OVIEDO GOMEZ  
JOSE ALIRIO MORALES GIRALDO  
LUIS CARLOS OTERO BURBANO  
MARCO EIDER BURBANO ERAZO  
UVER HERNAN CASTILLO

ADRIANA GUERRA ACOSTA I.A - Esp  
Coordinadora del grupo de investigación

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO  
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN: ABONOS ORGÁNICOS Y  
MICROORGANISMOS DEL SUELO (ABORGAMI).  
SIBUNDOY - PUTUMAYO  
2012

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	11
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3. HIPÓTESIS.	13
4. JUSTIFICACION	14
5. OBJETIVOS	15
5 .1 OBJETIVO GENERAL	15
5.2 OBJETTIVOS ESPECIFICOS	15
6. MARCO REFERENCIAL	16
6.1 ANTECEDENTES	16
6.2. MARCO LEGAL	17
6.3. MARCO CONTEXTUAL	18
6.4. MARCO CONCEPTUAL	20
6.5. MARCO TEORICO	22
6.5.1. Características Fisiológicas	22
6.5.2. Requerimientos Edafoclimáticos:	22
6.5.3. La preparación del suelo..	23
6.5.4. Recolección de acelga.	23
6.5.5. Fertilización Orgánica.	24
6.5.6. Abonos orgánicos sólidos	24
6.5.7. Micorrizas.	26
6.5.8. Teorías que soportan la investigación.	28
7. DISEÑO METODOLOGICO.	30
7.1. TIPO DE INVESTIGACION:	30
7.2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	30
7.2.1. Localización de la zona de estudio.	30
7.2.2. Análisis de laboratorio.	30
7.3. DISEÑO METODOLOGICO	31
7.4. DRISTRIBUCION EN CAMPO DE LOS TRATAMIENTOS A EVALUAR	32
7.5. DRISTRIBUCION Y ADECUACION DEL TERRENO PARA LA SIEMBRA	33
7. 6. PARAMETROS A EVALUAR.	35
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36

8.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL SUELO Y LOS ABONOS UTILIZADOS.	36
8.2 ALTURA DE PLANTAS.	37
9. CONCLUSIONES	51
10. RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFIA	53

## LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Tratamientos efectuados	32
Figura 2. (A, B, C, D). Adecuación del terreno	34
Figura 3. (A, B, C, D, E, F) Siembra acelga	34
Figura 4. Tomas de altura en campo. A) INICIAL, B) 15 DÍAS, C) FINAL	38
Figura 5. Valores comparativos entre el crecimiento de alturas de plantas de los tratamientos TESTIGO, MICORRIZA, MICORRIZA+LOMBRICOMPUESTO, MICORRIZA+COMPOST, MICORRIZA +LOMBRICOMPUESTO + COMPOST.	39
Figura 6. Donde se incluyen la diferencia del crecimiento de las plantas en los diferentes tratamientos con respecto al testigo.	43
Figura 7. Valores obtenidos del crecimiento en el sistema radicular	45
Figura 8. Crecimiento radicular de los tratamientos frente al Testigo	48
Figura 9. Crecimiento radicular del testigo	48
Figura 10. Crecimiento radicular con los distintos tratamientos	49
Figura 11. Grupo Investigador	54

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados de análisis de Ph de muestras de suelo y abonos	36
Cuadro 2. Resultados de análisis de humedad de muestras de suelo y abonos orgánicos	37
Cuadro 3. Altura de plantas a lo largo del ciclo del cultivo (cm.) Tomadas Cada 8 Días	39
Cuadro 4. Valores promedios obtenidos en el tratamiento testigo con relación a los otros tratamientos evaluados.	43
Cuadro 5. Evaluación del efecto de las micorrizas y la aplicación de los abonos orgánicas en el crecimiento y desarrollo radicular en el cultivo de acelga (Beta vulgaris) tomada en centímetros	44
Cuadro 6. Se observan los valores promedios obtenidos en el crecimiento radicular de tratamientos con relación al Testigo.	47

## INTRODUCCIÓN

En la naturaleza cada organismo o microorganismo cumple un papel importante, ya que se establecen relaciones entre organismos dependiendo de la especie, y que gracias a esas relaciones se mantiene un equilibrio ecológico y biológico en los ecosistemas.

La infinidad de seres existentes en el planeta, que cumplen con funciones vitales y que sin ellos sería imposible la vida, pero que presentan una complejidad para su estudio ya que al ser tan pequeños son imposibles de observar a simple vista. Desde tiempos remotos y gracias al esfuerzo de grandes científicos dedicados a la observación se ha logrado descubrir innumerables especies que con base a sus comportamientos y características se los clasifico en diferentes reinos. Y teniendo en cuenta su evolución algunos ocupan un grado más alto en la escala, de esta manera es que se los ha estudiado independientemente a cada reino estableciendo sus funciones, relaciones y sobrevivencia de cada organismo, algunos que pueden adaptarse a diferentes ambientes de la naturaleza y otros que sobreviven a condiciones específicas de un medio.

La microbiología como ciencia encargada del estudio de los microorganismos mas diminutos del planeta y que ha logrado grandes avances en el descubrimientos de nuevos microorganismos y por ende diferentes formas de vida, como el habita y las condiciones ambientales propias para poder desarrollarse. Los microorganismos se encuentran en todos los medios naturales como agua, aire y suelo, por tal razón es que es necesario estudiarlos desde cada campo de aplicación. Para lo cual se han dividido en diferentes aéreas de estudio como es el caso de la microbiología de suelos, que se encarga de estudiar a todos aquellos microorganismos que sobreviven en este medio.

Es de gran importancia conocer los diferentes organismos del suelo y la función que desempeñan en el equilibrio de un ecosistema natural, como sabemos el suelo es indispensable para la vida ya que en él están los nutrientes que necesitan otros organismos para vivir, como es el caso de las plantas que se desarrollan absorbiendo los nutrientes dispersos en el suelo.

El suelo es el mayor deposito natural de microorganismos, los cuales participan en muchas reacciones, tales como la oxidación, descomposición que hacen que las sustancias se vuelvan mas asimilables para que otros organismos vivos las puedan utilizar en toma de alimentos. Otra función que cumplen los microorganismos en el suelo, y especialmente los hongos es la simbiosis que consiste en el beneficio mutuo de dos organismos, en la cual establecen una relación planta- hongo, que es lo que nos interesa estudiar en este trabajo.

Los hongos clasificados en varias especies dependiendo la función que desempeñen y especialmente su morfología, estos microorganismos que mirados desde un punto de vista global se los cataloga como dañinos, y causantes de

muchas enfermedades de alto riesgo para plantas, animales y el hombre. Pero que al estudiarlos, algunas especies presentan unas características excepcionales que traen consigo un beneficio importante en el mejoramiento agronómico de los suelos y el crecimiento de las plantas. Es el caso de las micorrizas las cuales establecen una simbiosis entre la raíz, hongo y el medio. Que genera mejores condiciones para el desarrollo biológico de las plantas permitiéndoles asimilar de manera eficaz los nutrientes del suelo, y al mismo tiempo mejorar las condiciones físico-químicas de este.

De ahí que es de vital importancia para nosotros como estudiantes y futuros ingenieros ambientales conocer las diferentes relaciones que se dan en un medio natural de unos organismos con otros y que al estudiarlas nos ayudaran a analizar mejor las condiciones de vida de los organismos y poder generar nuevas alternativas que vallan en busca de un mejoramiento ambiental de los medios naturales en los cuales se desarrollan los seres vivos.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los suelos como un potencial biológico y de gran impacto económico para la sociedad actual, que se evalúa de distintos puntos de vista. Teniendo en cuenta los diferentes procesos que suceden internamente y que son la fuente principal de funcionamiento.

El suelo es un organismo vivo que está en continua actividad biológica interactuando con miles de microorganismos, como hongos bacterias algas protozoos y que cada cumple con una función específica en la formación del suelo.

Existen varias clases de suelo que se clasifican teniendo en cuenta sus propiedades y composición que estos presentan en cuanto mineral y microorganismos y otras condiciones naturales. De esta manera es que se ha podido estudiar un ecosistema en específico de acuerdo al interés que presente el investigador.

El suelo lo componen los compuestos minerales, elementos orgánicos, el agua y el aire que son factores indispensables en la formación y funcionamiento de este un componente importante del suelo es el edafón que comprende todos los microorganismos de este que están interactuando continuamente con el medio y que desarrollan un papel importante en la vida del suelo, ya que contribuye a mejorar su estructura aportando cada organismo algo específico, como las bacterias que facilitan la movilización de los compuestos y los hace mas asimilables para las plantas , los hongos que dan firmeza a la estructura del suelo, por medio de la simbiosis de la raíz de las plantas con el suelo. Las algas que se ubican en la parte superficial para aprovechar la luz solar y poder realizar la fotosíntesis y ayudar a enriquecer el suelo con oxígeno y nitrógeno, es claro que la vida gira en base a un sistema donde se necesitan de muchos aparatos tienen una función específica y en orden lógico que contribuya a un todo de esta manera cada organismo cumple un ciclo de vida que tiene un inicio y un final, es por eso que los organismos al morir se descomponen y desintegran y se convierten en materia orgánica. Todos los residuos ya sean animales o vegetales al descomponerse se convierten en componentes nutritivos del suelo que son necesarios para que otro microorganismos los puedan asimilar, a su vez también mejora la estructura estabilidad porosidad que incrementan la capacidad e infiltración y retención de agua.

De acuerdo a la cantidad de materia orgánica que posee un suelo se lo puede clasificar en cuanto al potencial que este representa para la utilización o manejo que se le vaya a dar este. Cada actividad que el hombre implementa en la naturaleza tiene un objetivo primordial y es la necesidad de producir grandes cantidades en tiempos cortos esto influye que los suelos tienen que cumplir ciertas condiciones como tener grandes cantidades de nutrientes de acuerdo al cantidad que se implemente, puede darse que los suelos sean cada vez más ricos en

nutrientes o por el contrario se vayan empobreciendo debido a un manejo inadecuado que se llevo a cavo, que es lo que comúnmente se mira en la actualidad.

La sociedad en la que hoy vivimos ha pasado por alto el respeto a la naturaleza algunos por ignorancia y en otros casos por el afán de un crecimiento económico. Cada día nos enfrentamos a una sociedad globalizada donde las innovaciones tecnológicas dominan de forma exitosa que pretenden utilizar estrategias de agricultura utilizadas actualmente que se basan en implementación como agroquímicos para acelerar el crecimiento y producir grandes cantidades de productos, han tomado manejo acelerado de agroquímicos que aun principio parecen dar buenos resultados por los suelos permiten una mejor producción en tiempos cortos, pero que con el tiempo ha traído como consecuencia la perdida de nutrientes del suelo y a su vez la fertilidad de estos. Hoy en día todo lo que consumimos acido cultivado a base de químicos por y lo que se pretende es generar cantidad mas no calidad.

Debido a esos problemas que afrontan muchas regiones colombianas y todo el mundo se han creado organizaciones que pretenden mostrar alternativas que van en mejoramiento del suelo pensando en el medio ambiente y las generaciones futuras que se verán afectadas más adelante por los errores que se cometen en este momento.

Es de admirar a nuestros ancestros personas que aunque no tuvieron estudio pensaban de una forma razonable, amaban la naturaleza y lo mas importante sus hechos acciones en la gran mayoría no la afectaban, su mentalidad se centraba en cuidar ese hermoso paisaje que los rodeaba y del cual sobrevivían, manejaban una agricultura sana aunque no producían grandes cantidades de productos, tenían la seguridad alimentaría que era lo que mas le s importaba, aun en estos tiempos existen comunidades manejan un sistema de agricultura como es el caso de las comunidades indígenas.

Son muchos los factores que han intervenido en el deterioro del suelo y sobre todo en la perdida de la fertilidad de algunos, pero todavía hay tiempo de recapacitar y tomar medidas que permitan recuperar los suelos y la productividad, adoptando estrategias de agricultura ecológica basada en la implementación de abonos orgánicos a base de microorganismos tales como hongos, bacterias que buscan una nutrición lenta pero constante.

La implementación de microorganismos permitirá mejorar la fertilidad del suelo y que estos sean un potencial biológico rico en nutrientes que mejoren las cosechas y la calidad de los productos generando un mejoramiento del ecosistema para que no siga deteriorando.

## 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La importancia que representa la fertilización de los suelos para la sociedad actual, es un fenómeno que se merece estudiar, porque significa un avance en la recuperación del medio natural que parte fundamental de la vida.

Los suelos se han visto afectados por varios factores externos, especialmente por la influencia del hombre que no le ha dado un favorable y por consiguiente, un incremento acelerado al deterioro del suelo. Cuando hablamos de fertilidad de los suelos tenemos que tener en cuenta ciertos criterios y principios que van en busca de una conciencia ambiental que tenga como objetivo fundamental mejores alternativas para el manejo de los suelos.

El suelo es un recurso que frecuentemente se mira expuesto a varios procesos que ha implementado el hombre, como el caso de los monocultivos y el sobre pastoreo. Para contrarrestar esta problemática se han creado diferentes estrategias de agricultura ecológica como los sistemas de diversificación de producción, en la cual se mezcla la actividad agrícola, pecuaria y forestal, Con el objetivo de reducir la dependencia a los insumos externos permitiendo un mejor aprovechamiento de la biomasa dentro del ecosistema, una manera de conservar la productividad de los suelos es la rotación de cultivos y los policultivos que es una estrategia que ha dado buenos resultados ya que evita la proliferación de plagas y los procesos de erosión.

Otra manera de mejorar la calidad de los suelos es el aumento de la cobertura vegetal con el uso de leguminosas con especies que aporten materia orgánica al suelo y mejoren el contenido de nitrógeno, estas especies presentan facilidad de propagación y resistencia al pisoteo, también se las utiliza en los cultivos perennes en los surcos lo que va a permitir mejorar el régimen hídrico y las propiedades físicas y químicas del suelo.

Existen otras estrategias implementadas como la utilización de abonos orgánicos, unos a base de estiércol de animales como el compost y el lombricompost, estos abonos permiten mejorar notablemente la composición del suelo pero que toca seguir un proceso para poder mirar los resultados, y que no se observan de la noche a la mañana como es el caso de los químicos, por esta razón para muchas personas no es rentable la utilización de abonos orgánicos, pero tiene gran significado en cuestión de protección y conservación del suelo. Una estrategia que ha tenido gran acogida es la utilización de microorganismos para mejorar la fertilidad de los suelos son las micorrizas, un hongo que en simbiosis con las raíces de las plantas ayudan a solubilizar el potasio y el fósforo. El hongo beneficia a la planta al descomponer la materia orgánica presente en el suelo, y las raíces por su parte proporcionan al hongo azúcares y proteínas. Y en general mejorando la conservación de los suelos, incrementan el ciclaje de materia orgánica, mejora la retención y filtración de agua etc. Este sistema es una forma de contrarrestar la utilización de químicos y cambiar por abonos sanos que buscan

una mejor calidad de los suelos. La utilización de abonos micorrizados, una estrategia que se ha utilizado en muchas regiones del país y por tal razón existen fabricas basadas en la producción de micorrizas, algunas personas que se han basado en el conocimiento empírico y que atreves de los años han llevado un proceso de producción de micorrizas las que generan resultados benéficos en el equilibrio en el sistema suelo -planta.

## **2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La evaluación del efecto a la inoculación de hongos micorríticos con mezcla de abonos orgánicos en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) permitirá un mejoramiento de la calidad del suelo, y se reflejara en el crecimiento de la planta.

### **3. HIPÓTESIS.**

A mayor presencia de microorganismos del suelo mayor desarrollo de la planta de acelga.

Mejor desarrollo fisiológico de la planta de acelga bajo la influencia de la combinación de abonos orgánicos

#### 4. JUSTIFICACIÓN

La actividad de los microorganismos es muy importante para la transformación y la vida de los suelos las bacterias y los hongos participan en los ciclo del carbono, nitrógeno, azufre, fosforo y en la incorporación del potasio y el magnesio, entre otros, para su asimilación por las plantas.

Desde un punto de vista sostenible y de salud para el agroecosistema, debe definir la capacidad del medio para mantener su productividad biológica, su calidad ambiental, promoviendo además la salud de animales, plantas y hasta del propio ser humano Así, los parámetros microbiológicos aportan información relativa a la actividad metabólica que se haya en el suelo, pues son los que mantienen una mayor sensibilidad frente a procesos no deseables tales como la contaminación o el mal manejo. Es por ello que los efectos de prácticas agrícolas, así como los producidos por fertilizantes y sistemas de cultivo, pueden ser evaluados a partir de las determinaciones de la biomasa microbiana, su actividad metabólica y el conteo de las poblaciones microbianas más importantes de la microflora del suelo.

Lo que se pretende observar es como se reacciona el cultivo de acelga frente la inoculación con micorrizas y la fertilización orgánica aplicando abonos orgánicos tales como: compost, lombricompuesto, humus y un testigo (sin tratamientos), en el cual nos permitirá obtener resultados eficientes y así desarrollar nuestros conocimientos sobre como la inoculación de hongos micorríticos con arveja ayudan a mejorar el suelo y de los demás nutrientes que este posee, sin perder la eficiencia de la simbiosis que las micorrizas realizan.

Esta investigación demostrativa tiene como finalidad evaluar el crecimiento de la planta de acelga en simbiosis con micorrizas y abonos orgánicos.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto a la inoculación de hongos micorríticos con mezcla de abonos orgánicos en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L).

### **5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Aplicar tratamientos de abonos orgánicos: compost y lombricompost
- Evaluar la altura de la planta en respuesta a cada uno de los tratamientos utilizados
- Evaluar el efecto de las micorrizas sobre el crecimiento radicular
- Comparar los resultados de los diferentes tratamientos

## 6. MARCO REFERENCIAL

### 6.1 ANTECEDENTES

La agricultura en el valle de Sibundoy ha tenido varias manifestaciones en el transcurso del tiempo, como es la agricultura orgánica que es empleada en su gran mayoría por las comunidades indígenas, con el sistema de la diversidad de cultivos o más conocido como la chagra, la cual es una práctica que genera un equilibrio de sostenibilidad de los nutrientes del recurso suelo que son necesarios para que las plantas agrícolas se desarrollen y generen productos sanos altamente ricos en nutrientes benéficos para los consumidores.

Pero con el surgimiento del sistema capitalista el cual se sustenta en el aprovechamiento al máximo de los recursos del ecosistema, se implemento la agricultura de monocultivos con la utilización de agroquímicos para su producción que genera perdida de los nutrientes del suelo y la muerte de microorganismos que sintetizan los macro y micronutrientes del suelo, transformándolos en suelos infértiles para la producción agrícola, de la mano con la proliferación de plagas para los diferentes cultivos que se tienen en el valle de sibundoy. Este problema ha generado grandes pérdidas en los agricultores, un ejemplo muy claro fue la siembra del lulo en monocultivo donde se genero una plaga que acabo con este cultivo dejando como consecuencia la perdida de todo el dinero invertido en la siembra de este producto. Estas es una de muchas experiencias en la agricultura convencional en cultivos maíz, frijol entre otros implementada por los agricultores sibundoyenses.

El desconocimiento por los agricultores de esta región sobre existencia del edafón en el recurso suelo y la poca investigación que hay en la simbiosis de planta con los microorganismos del suelo, ha generado la necesidad de implementar un nuevo sistema que relacione abonos orgánicos, microorganismos como la micorriza y la planta donde se pueda generar un equilibrio en los nutrientes del suelo que son necesarios para que la planta agrícola se desarrolle, evitando utilización de agroquímicos minimizando costos y principalmente la susceptibilidad de cultivos a las plagas, asegurando la durabilidad, regeneración del suelo constituido de microorganismos benéficos.

En la visita al señor Arturo Cuaran en el municipio de san francisco quien ha implementado en un vivero forestal la asociación con la micorriza, por lo cual nos manifestó los beneficios de utilizar las micorrizas en la producción de acelga<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> CUARAN, Alberto. Entrevista 2009. San Francisco. 2009

## 6.2. MARCO LEGAL

El trabajo de investigación recoge una serie de ideas y conceptos constitucionales y legales, los que se resumen en la siguiente manera:

Según la Constitución Política Nacional de Colombia 1991:

Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Sistema General Ambiental Ley 99 de 1993:

Artículo 3. Establece el concepto de Desarrollo sostenible entendido como “El que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

Del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente Ley 23 de 1973, en el TÍTULO I. DEL SUELO AGRÍCOLA determina:

Artículo 178. Los suelos del territorio nacional deberán usarse de acuerdo con sus condiciones y factores constitutivos.

Se determinará el uso potencial de los suelos según los factores físicos, ecológicos y socioeconómicos de la región.

Según dichos factores también se clasificarán los suelos.

Artículo 179. El aprovechamiento de los suelos deberá efectuarse en forma de mantener su integridad física y su capacidad productora.

En la utilización de los suelos se aplicarán normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación.

Artículo 180. Es deber de todos los habitantes de la república colaborar con las autoridades en la conservación y en el manejo adecuado de los suelos.

Las personas que realicen actividades agrícolas, pecuarias, forestales o de infraestructura, que afecten o puedan afectar los suelos, están obligadas a llevar a cabo las prácticas de conservación y recuperación que se determinen de acuerdo con las características regionales.

Ley 23 de 1973, CAPITULO II. DE USO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS:

Artículo 182. Estarán sujetos a adecuación y restauración los suelos que se encuentren en alguna de las siguientes circunstancias:

- Numeral c sujeción a las limitaciones físico-químicas y biológicas que afecten la productividad del suelo.

### **6.3. MARCO CONTEXTUAL**

Políticamente el valle de Sibundoy está conformado por cuatro municipios, al noroccidente del putumayo: Santiago, colon, Sibundoy y san francisco que suman una extensión de casi 120.000 hectáreas, entre los 579.740 y 646.710 de latitud norte y los 995.050 y 1'044.110 de longitud oeste, entre los 600 y 4000 metros sobre el nivel medio del mar. Esta región estos 50 kilómetros de pasto la capital nariñense y casi a ochenta de Mocoa la capital de nuestro departamento.

Esta subregión hace parte del levantamiento de los andes al oriente del nudo de los pastos, es decir antes de la ramificación de la cordillera. La vertiente interna del valle es la cuenca alta del río putumayo y las exteriores corresponden a alto Caquetá, putumayo y alto Guamues de la Macro cuenca amazónica.

Por sus características culturales, sociales, geográficas, climáticas de potencialidad productiva de los suelos y la presencia institucional, se ha convertido desde principios del siglo XIX en una región receptora de emigrantes procedentes principalmente de zonas deprimidas del departamento de Nariño y de personas desplazadas por la violencia o por fumigaciones propias del conflicto social interno del país, aumentando progresivamente la dinámica poblacional superando la oferta de los servicios básicos de los recursos del medio ambiente.

Dentro de las condiciones naturales del valle de sibundoy que mas sobresalen son:

La abundante pluviosidad, que en los suelos derivados de cenizas de cenizas volcánicas implica una fuerte infiltración y en otros de textura franco arenosa arcillo –limosa existe un nivel freático alto con una tendencia a sobresaturarse.

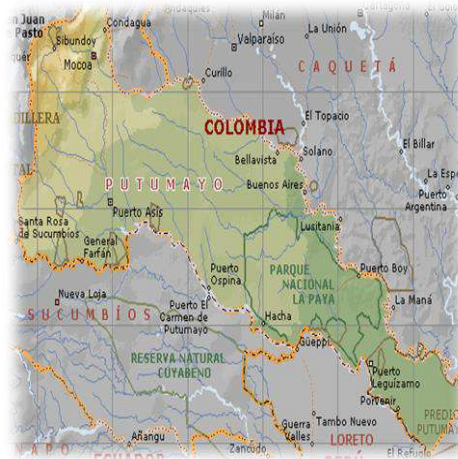
Otras de las condiciones propias de la zona son los altos grado de pendiente que posee las zonas de ladera que en su mayoría están dedicadas a la ganadería extensiva generando fenómenos erosivos en sus formas de remoción en masas, patas de vaca, cárcavas, que causan represamiento del cause de las cuencas y microcuencas ocasionando en temporada de lluvias inundaciones hacia la garganta de Balsayaco afectando algunas veredas del municipio de Santiago, colon y san francisco. Actualmente se están manejando alternativas de

mejoramiento y de reforestación de esta zona con el desarrollo de planes con CORPOAMAZONIA en los cuatro municipios.<sup>2</sup>

El municipio de Sibundoy se encuentra ubicado a una altura de 2100 metros sobre el nivel del mar, la temperatura media registrada es de 16°C; en cuanto a la población cuenta 13 mil habitantes aproximadamente, de los cuales el 45% se encuentra ubicado en la rural y el 55% en la zona urbana

El área de estudio donde se está realizando la evaluación de cultivo de acelga se encuentra en la vereda Versalles propiedad del instituto tecnológico del putumayo

Esta área situada en el municipio de sibundoy cuyos linderos generales y particulares son: por el norte limita con propiedades del INAT, por el oriente con terrenos de miguel guerrero, Miguel Miticanoy, Rubén Rosero, Miguel Jansasoy y por el occidente con la propiedad de Jonás salas, Raquel Martínez y el señor Salvador Salas<sup>3</sup>.



<sup>2</sup> ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE SIBUNDOY 2002

<sup>3</sup> GUERRERO, CARLOS. A. Y CARLOSAMA, JESUS. O. Respuesta a inoculación con micorrizas, fertilización orgánica en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana*, P), en la granja Versalles del instituto tecnológico del putumayo del municipio de Sibundoy 2007 p.16-17.

#### 6.4. MARCO CONCEPTUAL

**MICROBIOLOGIA:** Ciencia que trata de los seres vivos muy pequeños, concretamente de aquellos cuyo tamaño se encuentra por debajo del poder resolutivo del ojo humano.<sup>4</sup>

**MICROBIOLOGIA DE SUELOS:** Subdivisión de microbiología que se encarga del estudio de los microorganismos presentes en el suelo, su actividad metabólica, funciones y ciclo nutricional.

**MICROORGANISMO:** En el sentido estricto es todo organismo cuyo tamaño es menor al límite de resolución del ojo humano, lo cual equivale a un tamaño menor 0,1 mm. Existe la tendencia a utilizar este término únicamente para hacer referencia a organismo protistas pero en general se usa como sinónimo de organismos microscópicos independientemente de su complejidad biológica.

**EDAFON:** El edafón comprende la totalidad de los microorganismos del suelo tanto la flora Y la fauna en su forma macro y micro. Contribuye a solubilizar y mineralizar las fuentes nutritivas. Así como a mejora la estructura del suelo<sup>5</sup>.

**SUELO VIVO:** Un suelo vivo presenta una gran actividad biológica. Producto de la enorme cantidad de microorganismos que habitan el sistema suelo, son responsables directa e indirectamente de diversos procesos bioquímicos que controlan las transformaciones de los elementos químicos y las transferencias de energía y nutrientes en el sistema suelo – planta - atmósfera, constituyéndose en la base que sustenta todo ecosistema terrestre. En el suelo ocurren innumerables procesos con alto grado de complejidad, siendo los bioquímicos, resultantes de la actividad de microorganismos que crecen en dicho ambiente, de las diferentes interrelaciones, funciones para la sanidad vegetal y calidad del suelo y del medio ambiente<sup>6</sup>.

**MATERIA ORGANICA:** Materia orgánica sustancia que está compuesta por los residuos animales vegetales que en condiciones favorables. Están transformados por los microorganismos del suelo, está en función de las propiedades físicas y químicas existentes.

**MACRONUTRIENTES:** Se considera así a los nutrientes que las plantas toman en mayor cantidad. Pero no en forma aislada ni única. Entre estos tenemos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio.

**MICRONUTRIENTES:** Corresponde a esta categoría los elementos que las plantas adsorben en menor cantidad, pero que son indispensables en los procesos

---

<sup>4</sup> AGUIRRE, Sonia. MICROBIOLOGIA DE SUELOS. p. 175

<sup>5</sup> KOLMAS, Enrique, VASQUEZ, Darwin. Manual de agricultura ecológica. Editorial SIMAS. CICUTEC. 1996 p. 24

<sup>6</sup>Ibíd., p. 19

vitales de las plantas. Actúan como catalizadores en muchas reacciones bioquímicas entre estos tenemos: hierro, cloro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno, silicio, sodio, cobalto, yodo<sup>7</sup>.

**SIMBIOSIS:** Asociación íntima entre dos organismos de diferentes especies, en la cual ambos obtienen beneficios nutricionales. La micorriza es un ejemplo clásico.

**PH:** (Grado de acidez o basicidad) El grado de pH del suelo donde se desarrollan mejor las micorrizas es en ambientes superiores a 5.5 hasta menores de 7.5.

**MICORRIZAS:** Este término refiere a la simbiosis existente entre un hongo y una planta. Este hongo permite un mejor aprovechamiento de las sustancias nutricionales del suelo y las aportadas de forma artificial.

**HIFAS:** Elemento unicelulares o pluricelular, tubular o filamentoso, cuyo conjunto constituye el micelio de los hongos.

**BIOMASA:** Abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico.

**INOCULACIÓN:** Es la aplicación del hongo a las raíces de las plantas. La penetración del hongo es un proceso mecánico.

#### TIPOS DE MICORRIZAS:

Las micorrizas han sido agrupadas en base en el patrón de colonización observado en las plantas asociadas, así: ectomicorriza, endomicorriza, y un tipo intermedio denominado ectendomicorrizas.

#### ECTOMICORRIZAS

Las hifas del hongo envuelven los segmentos de raíces colonizadas y se entretajan alrededor de ellos formando una estructura anatómica denominada manto, característica de esta simbiosis, a partir de él se desprenden hifas que colonizan el medio y cordones hifales denominados rizomorfo, que pueden originar cuerpos fructíferos epigeos o hipogeos. Además el micelio penetra entre las células corticales de la raíz formando una red de hifas.

#### ECTENDOMICORRIZAS

El estudio de esta micorriza ha cobrado importancia en la medida en que se ha encontrado en ecosistemas naturales en herbáceas y especies maderables. Por lo general, presentan las características de Ectomicorrizas; difieren en que las células penetran al interior de las células corticales.

---

<sup>7</sup> Ibíd., p. 38-39

## ENDOMICORRIZA

Se caracterizan por la penetración del hongo inter o intracelularmente, ausencia de manto y acentuadas modificaciones que no se observan de manera macroscópica. Dentro de las Endomicorriza se agrupan algunas formas muy específicas, como las correspondientes a las orquídeas, ericoides y la más extendidas dentro de las especies vegetales, la Endomicorriza o micorriza arbuscular (MA).

## ENDOMICORRIZA O MICORRIZA ARBUSCULAR (MA).

La mayoría de las plantas de nuestro planeta están micorrizadas cuando crecen en condiciones naturales, y de estas, en aproximadamente 95% de los casos, la asociación corresponde a la MA<sup>8</sup>.

### **6.5. MARCO TEORICO**

#### **6.5.1. Características Fisiológicas**

**ACELGA:** la acelga es una planta bianual y de ciclo largo que no forma raíz o fruto comestible.

**FAMILIA:** *Quenopodiácea*

**NOMBRE CIENTÍFICO:** Beta vulgaris L.

**ORIGEN:** Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias (Vavilov, 1951). Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a.C. La acelga ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo. Su introducción en Estados Unidos tuvo lugar en el año de 1806.

#### **6.5.2. Requerimientos Edafoclimáticos:**

**TEMPERATURA:** la acelga es una planta de clima templado, que vegeta bien con temperaturas medias; le perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura. La planta se hiela cuando las temperaturas son menores de -5°C y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5°C. En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27 a 33° C, con un medio óptimo entre 15 y 25° C. Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 30 a 35°C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22°C.

---

<sup>8</sup> ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA. AGRICULTURA ECOLÓGICA. Editorial. Terranova Ltd. 1995 p. 198-200

**LUMINOSIDAD:** no requiere excesiva luz, perjudicándole cuando ésta es elevada, si va acompañada de un aumento de la temperatura. La humedad relativa está comprendida entre el 60 y 90% en cultivos en invernadero. En algunas regiones tropicales y subtropicales se desarrolla bien, siempre y cuando esté en zonas altas y puede comportarse como perenne debido a la ausencia de invierno marcado en estas regiones.

**SUELO:** la acelga necesita suelos de consistencia media; vegeta mejor cuando la textura tiende a arcillosa que cuando es arenosa. Requiere 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, resistiendo bien 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.

**6.5.3. La preparación del suelo.** La preparación del terreno para la siembra de acelga verde se procede, realizando un arado manual (azadón) al terreno aproximadamente a unos 25cm de profundidad, después se repica la tierra dejándola arenosa, la tierra se combina con materia orgánica ( estiércol, plantas en descomposición). Luego se realizan los surcos para la siembra tradicional que hacen los campesinos los surcos se hacen dejando una distancia entre surcos de 60cm y la distancia de siembra entre matas es de 25cm.

**FITOSANIDAD:** Las plaga que más afectan al cultivo de acelga es la babosa (*Arion subfuscus*) la cual se controla con el compuesto químico llamado mata babosa.

**CICLO DEL CULTIVO:** Desde el trasplante de planta al terreno para cosechar la hoja de acelga transcurre un periodo 50 a 60 días dependiendo del cuidado y abono que se le aplique<sup>9</sup>.

**6.5.4. Recolección de acelga.** La recolección de la acelga puede hacerse de dos formas, bien recolectando la planta entera cuando tenga un tamaño comercial de entre 0,75 y 1 Kg. de peso, o bien recolectando manualmente las hojas a medida que estas van teniendo un tamaño óptimo.

La longitud de las hojas es un indicador visual del momento de la cosecha (25 cm.), siendo el tiempo otro parámetro, 60-70 días el primer corte y después cada 12 a 15 días. Es recomendable cortar las hojas con cuchillos o navajas bien afilados, evitando dañar el cogollo o punto de crecimiento, ya que podría

---

<sup>9</sup> HORTALIZAS. Tomado: <http://www.infoagro.com/hortalizas/acelga.htm>

provocarse la muerte de la planta. De esta forma se puede obtener una producción media de 15 kilos por metro cuadrado.

Una vez recolectadas las hojas, se colocan en manojos de un kilo que a su vez se empaquetan en conjuntos de 10 kilos. En cada manajo se alterna la mitad del fajo de hojas y otra mitad del pecíolo. La conservación se realiza a 0°C y 90% de humedad relativa durante 10-12 días<sup>10</sup>.

**6.5.5. Fertilización Orgánica.** En la fase experimental del cultivo de acelga se pretende evaluar la respuesta fisiológica a la aplicación de diferentes abonos orgánicos como los siguientes.

**6.5.6. Abonos orgánicos sólidos. COMPOST.** Abono de gran calidad obtenido a partir de la descomposición de residuos orgánicos, que se utiliza para fertilizar y acondicionar los suelos, mejorando su calidad.

Al mezclarse con la tierra la vivifica y favorece el desarrollo de las características óptimas para el cultivo.

#### MATERIALES:

La cascarilla de Fríjol. Facilita la aireación, la retención de humedad y nutrientes por filtrado. Incrementa la actividad de los organismos; estimula el desarrollo de las raíces. Es una fuente rica en sílice que hace a los vegetales resistentes al ataque de insectos y microorganismos, a largo plazo se convierte en fuente de humus por su alto contenido de lignina. Como ceniza aporta fósforo y potasio y corrige la acidez del suelo.

Estiércoles. Principales insumos a considerar en la preparación de abonos orgánicos como portantes de macro y micro nutrientes; en los cuales proliferan naturalmente los microorganismos transformadores de sustancias simples y complejas; estos mineralizan sustancias de estructuras complicadas en elementos simples, al igual que pueden sintetizar dentro de sus organismos productos complejos, que a la muerte de estos organismos son transformados en sales para la nutrición de las plantas.

Forrajes en general. Residuos de cocina, forrajes resultantes de podas y guadañados, en cercas vivas y coberturas de piso. Favorecen la fermentación, aportan nitrógeno y otros minerales.

El carbón. Facilita la aireación y absorción de humedad y energía. Absorbe malos olores; filtra nutrientes y los retiene contra el lavado. Las partículas del carbón altamente porosas permiten una buena oxigenación del abono.

---

<sup>10</sup> Ibíd.

La melaza de caña (miel de purga): Fuente energética para la fermentación, aumento de la actividad orgánica; es rica en potasio, calcio y magnesio y contiene micronutrientes. Principalmente boro.

El agua. Evitar el agua de acueducto por que contiene cloro. Permite homogenizar la mezcla de los insumos, la ineficiencia y el exceso puede causar procesos fitosanitarios, para tener el estado ideal de humedad se lo mide periódicamente mediante la prueba de puño.

La levadura o fermentado de maíz. Fuente principal de inoculación microbiológica para la fabricación del abono orgánico fermentado o compost. Es el motor de arranque, o la semilla de la fermentación y el fundamento para la inoculación de los microorganismos.

La cal viva. Es el óxido de calcio; posee mayor contenidos de calcio. Es más recomendable que la cal agrícola porque ayuda a controlar microorganismos maléficos y reduce la acides del compost.

Tiempo de preparación. De dos y medio a tres meses dependiendo de la temperatura ambiental y del volteo periódico.

## UTILIZACION

En los semilleros. Puede mezclar tierra cernida y el abono tipo compost, en proporción del 60% al 90% de tierra y 40% a 10% de compost dependiendo del tipo de plántula.

Abonado directo en hoyo de siembra. Aplique el compost en la base del hoyo, luego cúbralo con un poco de tierra para evitar que la raíz se queme con el abono y ubique la planta en el sitio.

Abonado a los lados de las plantas. Una vez el cultivo esté establecido, este sistema sirve para hacerle una segunda y tercera abonada de mantenimiento a los cultivos una vez aplicado cúbrase con hojarasca.

Abonado directo a los surcos. En el lugar en donde va a establecer el cultivo que quiere sembrar, recubriendo el compost con algo de tierra. El compost siempre debe cubrirse con tierra para que no se pierda y así obtener mejores resultados.

Algunas dosis sugeridas: Hortalizas de hojas de 10 a 30 gramos en la base. Hortalizas de tubérculo o que forman cabeza hasta 80gramos. Tomate, papa y pimentón de 100 a 120gramos. En hortalizas de ciclo corto (rábano), con una sola aplicación es suficiente.

En especies semestrales puede hacer dos aplicaciones máximo tres. No pierda de vista que las dosis a aplicar son fijas, dependen de la fertilidad del suelo donde vaya a cultivar, del clima y de las necesidades de nutrición del cultivo.

Experimente hasta determinar las dosis más apropiadas. En frutales adultos puede aplicarse según la edad y la forma del sistema radicular de dos a cinco kilos por árbol anualmente.

**LOMBRICOMPUESTO** (humus de lombriz). La lombriz de tierra y en especial de la lombriz roja californiana es uno de los bio-descomponedores altamente benéficos para el suelo donde habita, al que oxigena, enriquece en grande con la presencia de millones de bacterias, aporta y establece balance entre los elementos mayores: N, P, K, Ca (Nitrógeno, fósforo, Potasio y Calcio) y menores Mg, Co, Zn, B (Magnesio, Cobalto, Zinc, Boro) del suelo, los nutrientes para las plantas, tanto que hoy se impulsa su cultivo en grandes proporciones.

A partir de la materia orgánica se obtiene compost y éste se logra transformarse en humus, por acción de las lombrices. De la alimentación que reciben el 60% emplea en su mantenimiento y reproducción, el 40% se transforma en humus.

Con 500kg de alimento al año, las lombrices sometidas al proceso intensivo de cultivo producen 200kg de humus con una población de 40 mil lombrices por metro cuadrado.

La naturaleza química de la materia orgánica de los suelos es bastante compleja; sus componentes pueden sufrir una serie de cambios y transformaciones en que los mayores cambios químicos de la materia orgánica se producen por acción microbiana. El humus tiene un contenido de ácidos fúlvicos y húmicos que son quelatos.

El porcentaje de ácido húmico en el humus de lombriz es el doble que el del ácido fúlvico; eso significa que la entrega de N se realiza en un nivel promedio de actividad química adecuada.

**6.5.7. Micorrizas.** El Hongo beneficia a la planta al descomponer la materia orgánica presente en el suelo, con lo que hace que ciertos minerales estén disponibles para aquella. Las raíces, por su parte, proporcionan al hongo, azúcares aminoácidos y otras sustancias útiles a este organismo heterótrofo. Desde el punto de vista del trabajo de los microorganismos del suelo, la presencia y el funcionamiento eficiente de las micorrizas ejerce un efecto muy favorable para la vida, conservación y mejoramiento de la fertilidad del suelo puesto que:

- Configuran un sistema de alta actividad de otros microorganismos (Bacterias, actinomiceto y protozoos, especialmente) que forman asociaciones laxas con el sistema de micorriza, con el cual interactúan, enriqueciendo la diversidad de sustancias producidas. Algunos de los

microorganismos benéficos con los que interactúan son las bacterias fijadoras de N o las bacterias promotoras del crecimiento vegetal.

- Incrementan el ciclaje de materia orgánica, cuando la micorriza se establece en policultivos orgánicos en suelos comportados y permanentemente cubiertos.
- Mejoran condiciones de aireación y retención de agua del suelo.
- Disminuyen el peligro de erosión por agua (hídrica), vientos (Eólica) o causada por el laboreo (antrópica), por aumento de la agregación de las partículas del suelo y de su estabilidad.

Establecimiento de la simbiosis. Depende de las interacciones entre los tres componentes del sistema: el hongo, la planta, y las condiciones ambientales. En esta simbiosis no existe especificidad: una raíz puede ser colonizada por varias especies de hongos y un mismo hongo puede colonizar en forma simultánea raíces de especies vegetales que crecen en proximidad. Dentro de este proceso existen tres fases:

Precolonización: Inicia a partir de las fuentes de HMA (hongos que forman Micorriza Arbuscular) presentes en el suelo: Esporas, células auxiliares, vesículas e hifas, presentes en una raíz micorrizada.

Penetración inicial del hongo. Este al entrar en contacto con la raíz, expresa su reconocimiento mediante el ensanchamiento apical de hifa al tocar la superficie radical, dando lugar a un apresorio que origina la hifa de penetración, la cual se introduce por los espacios intracelulares o por la pared celular de la epidermis y pelos radicales, si están activos. No coloniza por heridas ni partes deterioradas de la raíz, pues requiere de un sitio fisiológicamente funcional.

Colonización Intrarradical. Este patrón varía con las especies de los simbiosis. En el interior la hifa de penetración se ramifica, se desarrolla entre las células de la epidermis y a través de estas avanza hacia el tejido cortical. Dentro de las células de la corteza interna; continúa su desarrollo longitudinal y emite numerosas ramificaciones laterales; algunas penetran al interior de las células y se ramifican en forma dicotómica una y otra vez, para dar origen a los arbusculos.

Propagación de las micorrizas. Los hongos formadores de Micorriza Arbuscular HMA están presentes en los suelos tropicales, pero su distribución no es homogénea, al igual que su calidad porque la relación suelo-planta no es la óptima.

Si un productor quiere establecer un programa de propagación de micorrizas debe hacer algunas consideraciones previas, como la selección de un suelo no inundable, libre de nematodos u otros organismos patógenos, contenido de fósforo (P205) que no supere los 15 mg/100g. De esta manera se podrán seleccionar las

especies que van a ser micorrizadas y el tipo de inóculo de HMA que va a serles aplicado.

La aplicación del hongo inóculo de MA Agrícola se hace de la siguiente manera:

- Mullir bien el suelo y elaborar los canteros que son símil
- ares a los que se usa en semilleros, se recomienda utilizar abonos orgánicos hasta una proporción del 25%.
- Regar bien los canteros el día anterior o el mismo día de la siembra. Abrir 20 sitios de siembra por cada metro cuadrado de cantero, con 5cm de profundidad y 2cm de ancho.
- Aplicar en cada uno de los pequeños huecos una cucharadita colmatada (19g) del inóculo del HMA y sembrar dos a tres semillas de maíz, sorgo o plantas con raíces abundantes.
- Cuidar el riego en los siguientes días, de manera que consiga que las semillas germinen y se establezcan las plantas. Posteriormente el riego puede disminuirse en el mantenimiento de estas, ya que solo se requiere que estén vivas para su inóculo de HMA.
- Este inóculo de HMA agrícola se logra luego de tres meses y se obtiene eliminando la parte aérea de las plantas que se usaron como hospederos para el hongo; la tierra del cantero y las raíces quedan ahora con la micorriza inoculada y las micorrizas nativas. Si se dispone de tiempo suficiente, se puede dejar que el cultivo hospedero produzca, para, de esta manera, aprovechar la cosecha.

La aplicación del inóculo es más fácil sobre semilleros o cultivos en fase de vivero. El inóculo de HMA puede almacenarse durante varios meses, con lo que se mejora su potencial micorrítico pero este periodo no debe ser superior a un año<sup>11</sup>.

**6.5.8. Teorías que soportan la investigación.** En la investigación efecto de inoculantes a base Azotobacter y hongos micorríticos en maíz y cebada bajo invernadero en Ayacucho realizado por Freddy Mackie M, Roberta Esquivel, se obtuvo los siguientes resultados; Que los tratamientos que no recibieron fertilización no se diferenciaron estadísticamente entre si y que los tratamientos inoculados ya sea a semillas o al suelo, presentaron mayores valores que el tratamiento sin inocular.

Se evidenció un efecto positivo de inoculación azotobacter + hongos micorríticos cuando se fertilizó con abono químico bajo nivel (15-30-0 kg/ha de NPK) y un menor efecto cuando se utilizó abono orgánico bajo nivel no se fertilizó.<sup>12</sup>

En la experimentación en condiciones controladas de campo sobre el comportamiento de hongos micorríticos frente a Rhizobium en el estudio de la asociación simbiótica Rhizobium - leguminosa – hongo micorrítico para la

---

<sup>11</sup> GUERRERO, CARLOS. A. Y CARLOSAMA, JESUS. O. Op cit. p. 25-30.

<sup>12</sup> MACKIE M, Freddy, ESQUIVEL, Roberta. Manejo ecológico de suelos. p. 41-49

producción de inoculante doble de uso agrícola realizada por Zvietcovich Guillermo y otros, concluyen que los cultivos de alfalfa, frijol y haba, son susceptibles de ser micorrizados en condiciones naturales en los suelos deficientes en fósforo disponible siendo el rango de colonización entre 55 y el 77%; los resultado en campo muestran que la multiplicación de las micorrizas en conjunto con las raíces generan un aumento de asimilación de fósforo, nitrógeno y otros nutrientes inorgánico ; por su bajo costo y por se productos facialmente adquiribles se concluyo que su manejo puede ser un buena alternativa para pequeños y medianos agricultores que pueden utilizarlos para cultivar leguminosas en terrenos pobres de nitrógeno y fósforo <sup>13</sup>

Estudios realizados en nuestro medio denominado respuesta a la inoculación con micorrizas, fertilización orgánica en el cultivo de Uchuva ( *Physalis peruviana* ) en la granja Versailles del Instituto Tecnológico del Putumayo, Municipio de Sibundoy, llevada a cabo por Guerrero Ruales Carlos Alberto y Carlosama Maigual Jesús Orlando, se obtuvieron los siguientes resultados; en la producción de Uchuva los resultados fueron positivos para los tratamientos con inoculación de micorriza, en crecimiento radicular en los sub. tratamientos y bloques con micorrizas con valores fueron mayores con valores de 0.96 metros de extensión horizontal, y de profundidad 0.30 metros. <sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> ZVIETCOVICH, Guillermo.. Manejo ecológico de suelos p. 57-61

<sup>14</sup> GUERRERO, Carlos A y CARLOSAMA, Jesús O. Op. cit p. 97-98. 2007

## 7. DISEÑO METODOLOGICO.

### 7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio de la respuesta a la inoculación de micorrizas y aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de acelga, se realizó con un tipo de investigación experimental, que permitirá evidenciar: la influencia en el crecimiento de acelga en simbiosis con el suelo enriquecido con microorganismos (micorrizas) y abonos orgánicos (compost, lombricompost). La finalidad es experimentar en campo diferentes tratamientos, para evaluar el crecimiento de la planta y así determinar que tratamiento la planta responde mejor fisiológicamente (altura de plantas, crecimiento de raíces,).

### 7.2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

**7.2.1. Localización de la zona de estudio.** El trabajo de campo se realizó en la finca Versailles del Instituto Tecnológico del Putumayo, área de cultivo situada a una altura de 2101 m.s.n.m. en las coordenadas, 01°12'00.0" N y 76°56'44.9" W localizada en la vereda Versailles del municipio de Sibundoy departamento del Putumayo.

**7.2.2. Análisis de laboratorio.** Para determinar el pH del suelo y de los abonos orgánicos utilizados se realizó el siguiente procedimiento:

- Pesar 20 gramos de suelo seco al aire y de los abonos orgánicos y se transfirieron a un beaker a los cuales se le agrego 20 ml de agua destilada para cada tratamiento
- Se agito con la ayuda de una varilla de vidrio tres veces durante 30 segundos por una hora
- Una vez calibrado el potenciómetro con las soluciones amortiguadoras o buffer se procede a determinar el pH de las muestras a evaluar, previa agitación energética de la suspensión.<sup>15</sup>

Además se evaluó la humedad que presentaba cada uno de los abonos a aplicar, las micorrizas y el suelo donde se está evaluando el ensayo el procedimiento que se utilizo fue el siguiente:

- Se pesaron cuatro cajas aluminio vacías
- Se coloco en cada caja la muestra correspondiente de 10 a 15 gramos aproximadamente
- Se llevo las cajas con las muestras al horno regulado a 105-110 °C y se

---

<sup>15</sup> UNIGARRO Alberto. Métodos químicos para el análisis de suelos. Universidad de Nariño. p 10-11.

dejo por un periodo de 24 horas

- Transcurridas las 24 horas retiramos las cajas y las ubicamos en un desecador, para evitar que absorba humedad del ambiente
- Cuando las cajas con las muestras estén frías, retiramos del desecador y pesamos nuevamente. Terminado este proceso, procedemos a efectuar los respectivos cálculos con la siguiente fórmula.

$$Pw\% = \frac{\text{(Muestra humedad - muestra seca)}}{\text{Muestra seca}} \times 100$$

### 7.3. DISEÑO METODOLOGICO

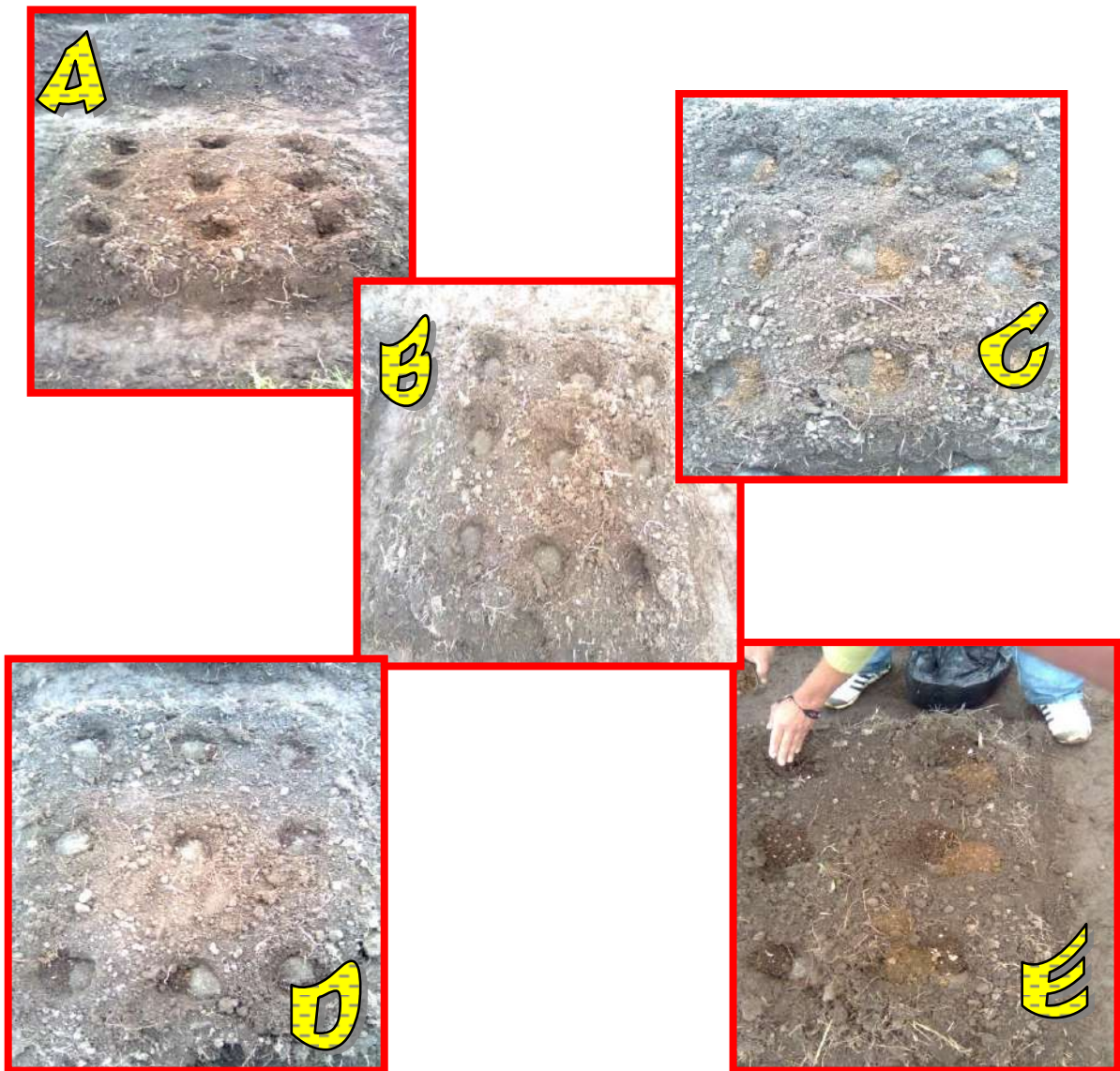
Para el cultivo experimental de acelga se realizó un plano de campo como se observa en el plano N°1. Donde se buscaba obtener datos que permitan la organización, recolección y sistematización de la información, para realizar un análisis sobre la respuesta del cultivo en cuanto a crecimiento, con los distintos tratamientos.

La investigación evalúa la simbiosis entre planta, micorrizas y fertilización orgánica en tres bloques y cada bloque se subdivide en cinco parcelas. En cada parcela se aplicará un tratamiento diferente y estos tratamientos se repiten en los otros bloques al azar en cada parcela.

Los tratamientos efectuados son los siguientes: mirar en la figura 1.

- TO: Testigo sin ninguna aplicación (A)
- T1: Micorrizas 100 gr por cada planta (B)
- T2: Micorrizas 50 gr + Lombricompost 50 gr por cada planta (C)
- T3: Micorrizas 50 gr + Compost 50 gr por cada planta (D)
- T4: Micorrizas 33.3 gr + Lombricompost 33.3 gr + Compost gr c/planta (E)

**Figura 1. Tratamientos efectuados**



Fuente: Grupo Investigador

#### **7.4. DISTRIBUCION EN CAMPO DE LOS TRATAMIENTOS A EVALUAR**

En la investigación se incluyen tres bloques (I, II, III) en los cuales se ubican los tratamientos con tres repeticiones al azar en las cinco parcelas por bloque.

BLOQUE "I" esta secuencia es como se aplico los distintos tratamientos en el terreno

T0: testigo

T3: micorriza mas compost

T4: micorriza, lombricompost, compost

T1: micorriza

T2: micorriza mas lombricompost

BLOQUE "II" Esta secuencia es como se aplico los distintos tratamientos en el terreno.

T2: micorriza mas lombricompost

T4: micorriza, lombricompost, compost

T0: testigo

T3: micorriza mas compost

T1: micorriza

BLOQUE "III"

T3: micorriza mas compost

T0: testigo

T1: micorriza

T2: micorriza mas lombricompost

T4: micorriza, lombricompost, compost

## **7.5. DISTRIBUCION Y ADECUACION DEL TERRENO PARA LA SIEMBRA**

La adecuación del terreno para la siembra de acelga para esta investigación se procedió de la siguiente manera, se adecuaron tres bloques de 1m de ancho por

6.5m de largo y cada bloque está dividido en cinco parcelas de un metro cuadrado dejando una división entre parcelas de 20cm. La distancia de separación entre bloques es de 60cm para evitar el efecto borde y facilitar el manejo del cultivo, el área total del terreno es de 27.3 metros cuadrados, como se observa en la secuencia de figura. 2. (A, B, C, D).

Figura 2. (A, B, C, D). Adecuación del terreno



Fuente: Grupo Investigador

La distancia de siembra entre plantas es de 30 cm X 30 cm; por lo tanto la densidad de siembra es de nueve plantas por parcela, como tenemos quince parcelas hay una densidad total de siembra de 135 plantas, como se observa en la secuencia de figura. 3. (A, B, C, D, E, F)

Figura 3. (A, B, C, D, E, F) Siembra acelga



Fuente: Grupo Investigador

#### **7. 6. PARAMETROS A EVALUAR.**

- Altura de planta: se realizo la medición cada 15 días
- Al final del estudio se evaluó el tamaño radicular que presentan las plantas para cada uno de los tratamientos

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez finalizada las actividades de campo, cuyo objetivo fue recopilar información referente a la respuesta del cultivo de acelga a la inoculación con micorrizas y la aplicación de dos tipos de abonos orgánicos (lombricompost, compost), tomando como referente un testigo se resume y sistematizan los resultados a continuación:

### 8.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL SUELO Y LOS ABONOS UTILIZADOS.

Previamente a la realización del trabajo de campo se tomó una muestra de suelos y de los abonos a utilizar cuyos resultados se interpretan a continuación

#### DETERMINACION DE PH

**Cuadro 1. Resultados de análisis de pH de muestras de suelo y abonos**

MUESTRAS	pH
SUELO	5.99
LOMBRICOMPUESTO	6.34
COMPOST	6.17

El suelo donde se realizó la investigación presentó un pH de 5.9 a 6.5 determinándose que es un suelo ligeramente ácido; es la condición adecuada para la mayoría de los cultivos, según Infoagro Hortalizas 2009 el pH óptimo para el crecimiento de la acelga oscila entre 5.5 y 8 lo que nos permitirá que el suelo en estudio presenta condiciones apropiadas de pH para el cultivo de acelga, los abonos orgánicos lombricompost y compost adicionados presentaron un pH ligeramente ácido por que se ubican en rangos entre 5.9 a 6.5, presentando condiciones adecuadas de pH para adicionarlos a cualquier tipo de suelos donde la mayoría de cultivos se adapta.

En este sentido Burbano<sup>20</sup> manifiesta que la reacción del suelo es una propiedad química más importante del mismo, toda vez que afecta la solubilidad de muchos nutrientes esenciales para las plantas y también de sustancias tóxicas para aquellas, incide en las propiedades de intercambio catiónico y afecta igualmente las diversas actividades de los microorganismos que viven en este medio.

<sup>20</sup> BURBANO ORJUELA, H. El suelo una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Año nacional de la ciencia. 1989. p.26

## DETERMINACION DE LA HUMEDAD DE LAS MUESTRAS

**Cuadro 2. Resultados de análisis de humedad de muestras de suelo y abonos orgánicos**

<b>MUESTRAS</b>	<b>Peso caja vacía gr</b>	<b>Peso Suelo húmedo gr</b>	<b>Peso Suelo Seco gr</b>	<b>% HUMEDAD</b>
SUELO	7	18	14	57.7
LOMBRICOMPUESTO	4	12	11	33.3
COMPOST	6	15	11	80

La humedad adecuada del suelo permite un crecimiento óptimo de las plantas; al referirnos a constantes de humedad del suelo, el evaluado y los abonos orgánicos se encuentran a capacidad de campo porque presentan una humedad entre 75 y 30% como lo afirma Becerra R<sup>16</sup> (1993), este grado de humedad permite un crecimiento adecuado de las raíces y por consiguiente de la planta en general, la capacidad de campo es el contenido de humedad que el suelo puede retener contra la fuerza de gravedad se da aproximadamente a 1/3 atmósferas en succión, se presenta aproximadamente después de 48 horas de una precipitación fuerte o un riego esto depende de la textura, estructura, porosidad, contenido de materia orgánica y cantidad de agua presente en el suelo.

### **8.2 ALTURA DE PLANTAS.**

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de la altura de las plantas tomados cada 8 días en los diferentes bloques y tratamientos, durante dos meses a partir del momento del trasplante

---

<sup>16</sup> Barrera, Rodrigo. L. Riegos y drenajes, Editorial, Universidad Santo Tomas 1984. p.230-234

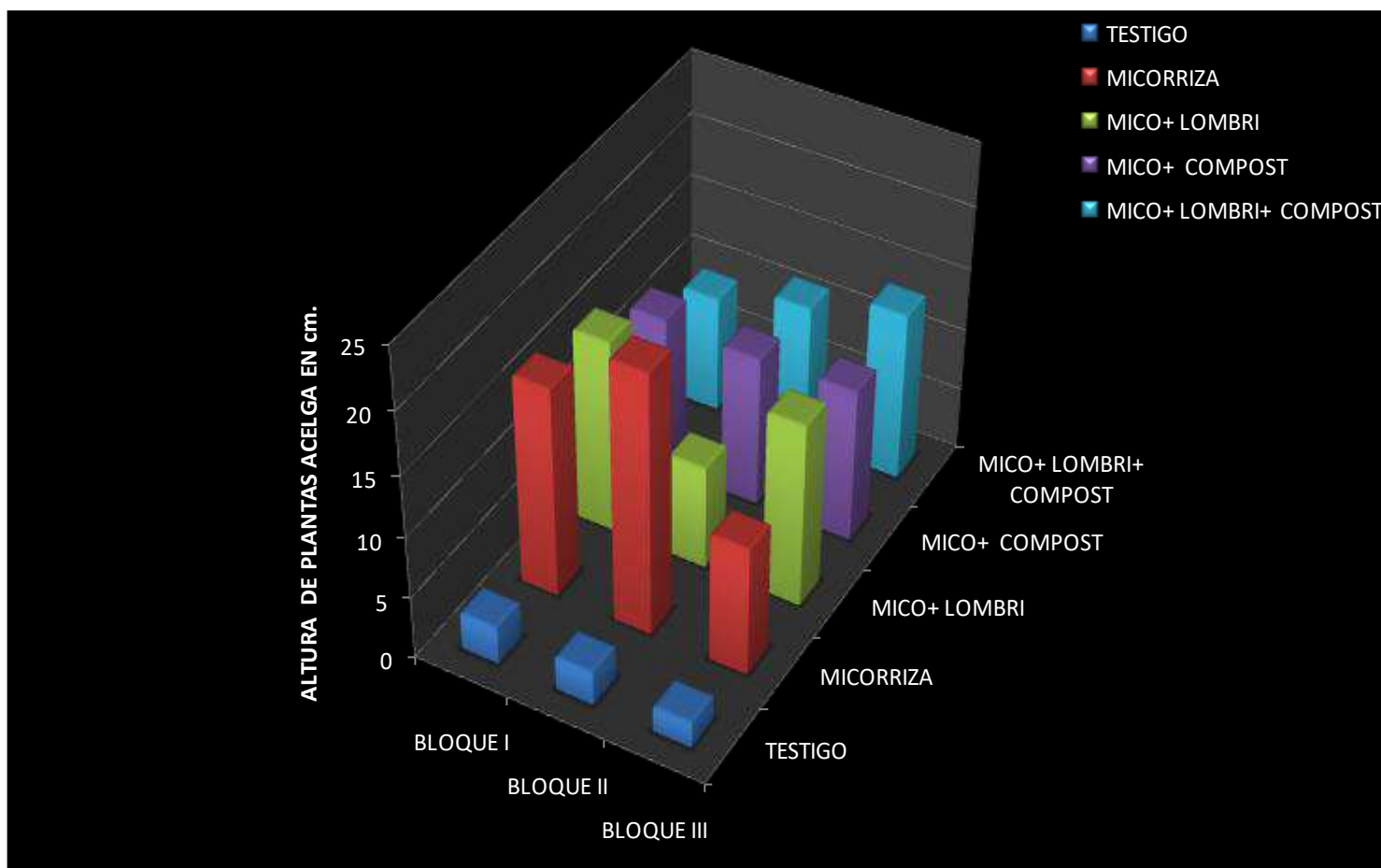
Figura 4. Tomas de altura en campo. A) INICIAL, B) 15 DÍAS, C) FINAL



**Cuadro 3. Altura de plantas a lo largo del ciclo del cultivo (cm.) Tomadas Cada 8 Días**

BLOQUES	TOMA ALTURA	TESTIGO		MICORRIZAS		MICORRIZAS+ LOMBRICOMPUESTO		MICORRIZAS + COMPOST		MICORRIZA+ LOMBRICOMPUESTO+ COMPOST	
			PROM		PROM		PROM		PROM		PROM
I	1	3.1	3.01	7.1	16.99	3.7	15.63	4.82	12.52	2.61	9.41
	2	2.86		14.02		11.27		10.08		6.84	
	3	2.1		18.23		18.1		13.9		10.5	
	4	3.25		20.2		20.4		16.3		13	
	5	3.75		25.4		24.7		17.5		14.12	
II	1	3.1	2.71	4.5	21.14	3.08	8.33	3.17	12.15	3.4	11.41
	2	2.97		15.4		5.55		8.78		6.18	
	3	2.93		25.88		10.1		11.9		9.47	
	4	2.75		29.6		13		17.7		11.42	
	5	2.8		30.33		18		19.2		26.6	
III	1	2.06	2.03	4.52	10.44	3.15	14.87	3.43	12.41	2.28	13.61
	2	2.21		8.18		7.77		8.86		7.6	
	3	1.9		11.4		7.46		15.83		16.8	
	4	2.0		13.6		13.77		16.45		18.68	
	5	2.0		14.5		13.87		17.5		22.71	
<b>PROM GENERAL</b>			2.58		16.19		12.94		12.36		11.47

Figura 5. Valores comparativos entre el crecimiento de alturas de plantas de los tratamientos TESTIGO, MICORRIZA, MICORRIZA+LOMBRICOMPUESTO, MICORRIZA+COMPOST, MICORRIZA+LOMBRICOMPUESTO + COMPOST.



Si analizamos la figura 5, donde se incluyan los promedios finales de crecimiento de las plantas entre los diferentes bloques y tratamientos, con estos podemos determinar mediante el comportamiento de altura de la planta en el transcurso del ciclo del cultivo, evaluado cada ocho días los promedios totales de cada uno de ellos con el testigo; al que se tomo como parámetro fundamental de comparación y así obtener el porcentaje de diferencia en el crecimiento con los diferentes tratamientos.

El tratamiento que mejor resultado presento fue T1, el cual contenía micorriza en 100 gramos por cada planta, el promedio obtenido para este tratamiento fue de la siguiente forma, en el bloque uno 16.99 cm, en el bloque dos 21.14 cm, y en bloque tres 10.44 para un promedio final de 16.19 cm, esta respuesta se debió lo que afirma Sánchez<sup>17</sup> el suministro y transferencia de fotosíntatos (carbohidratos) de la planta al hongo y de nutrientes minerales de este a ella constituyen la base de funcionamiento y de los efectos de esta simbiosis.

El mejoramiento en el crecimiento es la respuesta a la micorrización, está estrechamente ligado con el intercambio bidireccional de calcio y fosforo en los simbiotantes (hongo planta), el cual a su vez es influenciado en forma directa por los genotipo de el hongos, la planta y el medio ambiente.

Además Rosas A, afirma que al función principal del la micorriza para la planta es la nutricional. Mediante el micelio externo del hongo, la raíz micorrizada explora un volumen más grande del suelo para la absorción de nutrientes que una raíz no micorrizada, en especial elementos poco móviles en el suelo como fosforo zinc, azufre, calcio, molibdeno y boro. El hongo transporta lo nutrientes a través del micelio hacia la raíz y los intercambia en la células epidérmicas de las raíces por carbohidratos (producto de la fotosíntesis), que requiere el hongo para su desarrollo, es importante precisar que el hongo no absorbe el suelo otras fuentes de nutrientes que están disponibles para las raíces de la plantas no micorrizadas. Otras funciones del proceso de micorrización son:

- Introducir la síntesis de hormonas vegetales
- Aumentar la eficiencia de otros simbiosis
- La planta se torna más tolerante a situaciones adversas de su entorno como puede ser: estrés por agua, temperaturas extremas (altas o bajas) del suelo, desbalance de nutrientes, presencia de elementos tóxicos en el suelo.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> SANCHEZ, M. Agricultura ecológica. En: Enciclopedia Terranova. Bogotá. 2004.p. 204

<sup>18</sup> ROSAS, Antonio. Agricultura orgánica practica. 2004 p. 140

Según la enciclopedia Happy Flower 2009, para aprovechar la aplicación de los minerales contenidos en los fertilizantes, las plantas requieren que se los den listos para asimilarlos y esto es posible con la intervención de millones de microorganismos contenidos en los bonos orgánicos que transforman los minerales en elementos comestibles para las plantas.<sup>19</sup>

Rosas A plantea, los microorganismos benéficos aumentan la actividad benéfica del suelo y por lo tanto la tasa de descomposición de material orgánico, estos microorganismos descomponen el material, que con la descomposición de la biomasa, se libera suficiente nutrimento para la generación de nuevos organismos esta es la causa por la cual el nitrógeno fijado en el suelo puede ser reducido enormemente. Los microorganismos no competirán con las plantas con nitrógeno.<sup>20</sup>

Los tratamientos que en crecimiento ocuparon el segundo, tercer y cuarto lugar fueron: (T2) micorriza + lombricompost con un promedio general de 12.94 cm., (T3) micorriza + compost con un promedio general de 12.36cm, (T4) micorriza + lombricompost +compost con un promedio general de 11.47 cm., respectivamente como podemos analizar la diferencia entre estos tres tratamientos no es significativa debido a que los abono orgánicos adicionados presentan unas condiciones nutricionales que permiten que las plantas se desarrollen en forma adecuada como lo afirma Gomero Ruiz y Velásquez Héctor 1997,<sup>21</sup> los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se debe restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos del cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo.

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

Al respecto en la enciclopedia Happy Flower<sup>22</sup> plantea la importancia de los abonos orgánicos en las tierras obedece a que son fuente de vida bacteriana del suelo sin la cual no se pueda la nutrición de las plantas, estos actúan aumentando las condiciones nutritivas de la tierra pero también mejoran su condición física y aportan materia orgánica

---

19 ABONOS ORGANICOS. [www.HappyFlower.com.mx/guía/07\\_abonosorganicos.htm](http://www.HappyFlower.com.mx/guía/07_abonosorganicos.htm)

<sup>20</sup> ROSAS, Antonio. Op cit. p. 191

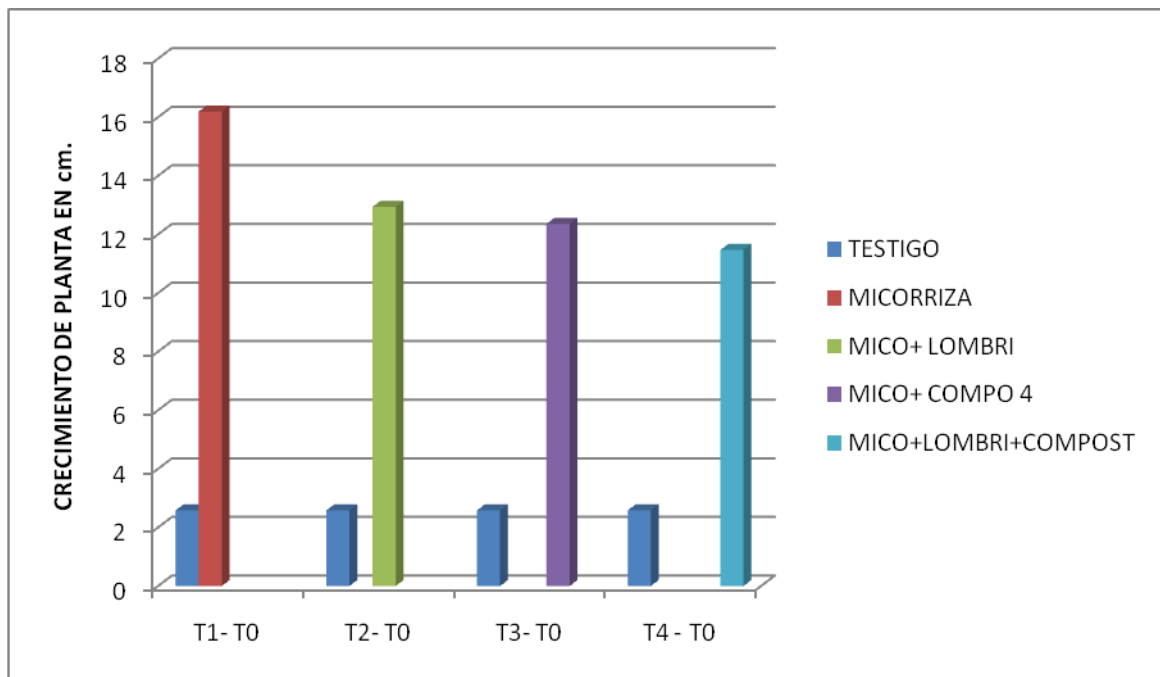
<sup>21</sup> GOMERO Ruiz y VELÁSQUEZ Héctor: Manejo ecológico de suelos. 1997 p. 167

<sup>22</sup> ABONOS ORGANICOS. Op cit.

**Cuadro 4. Valores promedios obtenidos en el tratamiento testigo con relación a los otros tratamientos evaluados.**

TRATAMIENTO		TESTIGO	DIFERENCIA
Micorriza	16,19	2,58	13,61
Micorriza + lombricompost	12,94	2,58	10,36
Micorriza +compost	12,36	2,58	9,78
Micorriza +lombricompost + compost	11,47	2,58	8,89

**Figura 6. Donde se incluyen la diferencia del crecimiento de las plantas en los diferentes tratamientos con respecto al testigo.**



Si analizamos el figura 2 donde se incluyen la diferencia entre los tratamientos y el testigo absoluto podemos determinar que existen diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento numero uno donde se utilizaron micorrizas cuya diferencia entre los dos tratamientos fue de 13.98 cm., concluyendo que la inoculación de micorrizas fue el tratamiento con mayor efectividad como se afirmo anteriormente; al comparar el tratamiento dos donde se aplico lombricompost y micorrizas la diferencia con relación al testigo fue de 12.62 cm. seguido con el tratamiento tres

con una diferencia de 9.51 cm. y finalmente el tratamiento cuatro que se aplicó micorriza compost y lombricompost con una diferencia de 6.40 cm. La experiencia realizada en campo demuestra que es de vital importancia mantener el recurso suelo con organismos que le permitan unas condiciones de vida que se reflejaran en mayor absorción nutricional para las plantas como este estudio donde las micorrizas cumplieron un efecto fundamental en el desarrollo en el cultivo de acelga; además la adición de materia orgánica como lombricompost y compost para el caso de este estudio permitieron obtener diferencias significativas con relación a un testigo al cual no se le adicionó un compuesto orgánico; el pH que se obtuvo en el suelo evaluado fue de un valor de 5.99 con características ligeramente ácidas que permitió que los tratamientos adicionados sean más efectivos para las plantas y facilitaron la absorción de nutrientes de las plantas. Además según Díaz, D.<sup>23</sup> sustenta que la mayoría de microorganismos crecen bien a pH cercanos a 6 y 7. Se ha llegado a encontrar bacterias acidófilas (o súper ácidas) que viven a un pH de 0.6.

La gran diferencia que hay en relación entre el testigo y los demás tratamientos, porque la acelga requiere de suelos ricos en materia orgánica en estado de humificación y el suelo en estudio no cuenta con estas propiedades.

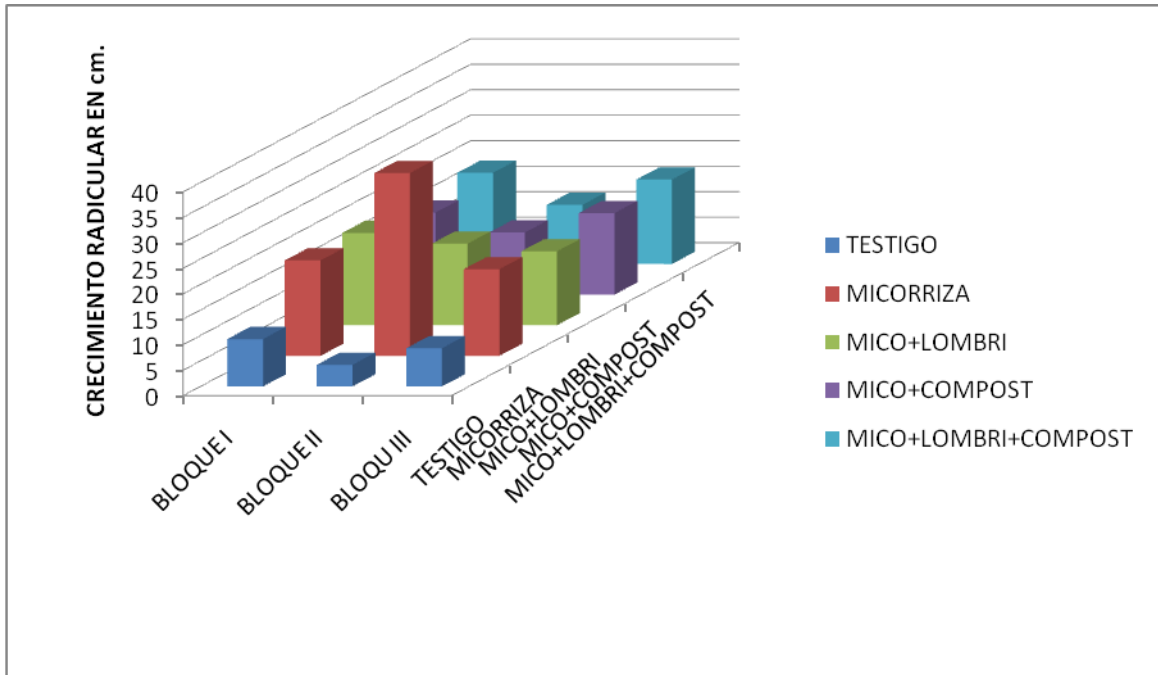
#### **DESARROLLO RADICULAR:**

**Cuadro 5. Evaluación del efecto de las micorrizas y la aplicación de los abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo radicular en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) tomada en centímetros**

BLOQUE	LONGITUD				
	TO	T1	T2	T3	T4
I	9,3	18,72	18,12	16,1	17,9
II	4,25	35,88	16,00	12,2	11,62
III	7,5	17,00	14,5	16,00	16,56
PROMEDIO	6,92	23,8	16,2	14,7	15,36

<sup>23</sup> DIAZ, David. R. Nodo Quindicocha el suelo, 2003 p. 4

**Figura 7. Valores obtenidos del crecimiento en el sistema radicular**



En la cuadro 5 y figura 7 podemos observar los valores obtenidos del crecimiento en el sistema radicular en forma longitudinal de los diferentes tratamientos aplicados, siendo evidente la diferencia que se presenta entre ellos, obteniendo mejores resultados en el tratamiento de inoculación con micorrizas.

El tratamiento que mejor resultado presento fue T1, el promedio obtenido en el bloque uno es de 18.72cm, en el bloque dos es de 35.88 cm., en el bloque tres 17 cm., para un promedio final de 23.8 cm., esta respuesta se debió a lo que afirma Martínez M. M,<sup>24</sup> la micorrizas son hongos de destacada importancia en la agricultura por su gran capacidad de solubilizar nutrientes, y por su facilidad de colonizar grandes superficies alrededor de las raíces de las plantas.

Según la enciclopedia agropecuaria agricultura ecológica<sup>25</sup>. Se ha sugerido que el micelio de hongos micorríticos funciona como un puente tendido entre la raíz del agua del suelo, tal forma que preserva la película de agua, favorece el flujo hacia la raíz y mantiene la transpiración. No hay evidencia de que las micorrizas transporten agua en forma directa y la causa de mejoramiento que ocasiona las relaciones hídricas sigue siendo objeto de estudio.

<sup>24</sup> MARTÍNEZ, Mercedes. Agricultura biológica. Bogotá: Unisur. Editorial. Facultad de Ciencias agrarias UNISUR. 1995. p. 14, 39, 143, 144

<sup>25</sup> ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA AGRICULTURA ECOLÓGICA, Op cit. p. 207 - 208

El incremento de la rizosfera tal vez uno de los de los cambios mas importantes cuando se establece la micorriza, es el que ocurre en la interfase raíz – suelo, debido al micelio extra radical que prolifera en el suelo más que lo pelos radicales.

La zona ocupada por las hifas externas se ha denominado micorrizosfera mirar la figura

Conjuntamente Enrique, K.<sup>26</sup> afirma que las micorrizas hacen referencias a las simbiosis existentes entre un hongo y una planta en la que las hifas del hongo atraviesan en tejido radicular formando una unidad. Incrementando el radio de acción de las raíces desempeñando así un rol importante en el abastecimiento de fósforo.

Micorrizas del Valle <sup>27</sup>al respecto plantea que las hifas externas del hongo de la micorriza, debido a su longitud y distribución, permite a la planta explorar un volumen de suelo superior, el que no pueden aprovechar las plantas no micorrizadas, aumentando su campo de absorción de fósforo, lo que reviste gran interés en la nutrición vegetal.

Burbano. Orjuela,<sup>28</sup> nos dice que el sistema radicular es bastante modificado por la presencia de hongos micorrizadores que forma un tejido de hifas llamado el manto, encima de la superficie de la raíz, tejido que puede ser muy apretado, liso, flojo, negro, duro. La expresión de estos rangos depende en gran parte del hongo simbiótico, aunque también influyen otros factores como la edad de la micorriza y la humedad del suelo. De otra parte, como ya se habían insinuado, las hifas del hongo penetran entre las células de la raíz, pero nunca dentro de las células – este es el punto de diferencia con las endomicorrizas-, las células parecen estar separadas por una red de hifas denominadas red Hartig.

Con la aplicación de los abonos orgánicos se observo que el tratamiento que ocupo el segundo lugar fue T2 (micorriza + lombricompost) con un promedio 16.2 cm., seguido por T4 (micorriza +lombricompost+ compost),y con un promedio de 15.36, por ultimo T3 (micorriza+ compost ) con un promedio de 14.7 cm. Se puede decir que no existe gran diferencia entre estos tratamientos en cuanto al crecimiento radicular lo que significa que fue asimilado de forma optima aunque menor eficacia con respecto al tratamiento T1

Mercedes, M.<sup>29</sup> afirma que el volumen de suelo que afecta directamente las raíces de denomina rizosfera y está limitado en parte por la superficie de la raíz denominada rizoplano. En esta zonas se encuentran numerosas actividades biológica; los niveles de bióxido de carbono aumenta por la respiración de la raíz y

---

<sup>26</sup> KOLMAS, Enrique, VASQUEZ, Darwin. Op cit p.. 55

<sup>27</sup> MICORRIZAS DEL VALLE, Guía Manihotina MVA-T87 (Micorriza vecículo arbuscular). Tulúa (Valle)

<sup>28</sup> BURBANO. Orjuela, Op cit. p. 142 g

<sup>29</sup> MARTINEZ, Mercedes. Op cit p 209-211

las concentraciones de oxígeno agua y minerales se reducen; además en esta zona la raíz proporciona la mayor cantidad de nutrientes que incluyen carbohidratos como glucosa, fructosa pentosa, polisacáridos, etc. También producen ácidos orgánicos vitaminas en especial tiamina y biotina. Los microorganismos encuentran entonces en la rizosfera y rizoplano, el lugar mas adecuado para encontrar sustancia nutritivas y estimuladoras de crecimiento en algunos casos incluso estimulan la producción y liberación de sustancia por parte de la rial ocasionando cambio morfológicos y permeabilidad de las misma. En el suelo los microorganismos busca adherirse a la superficie ya sea de tipo orgánico e inorgánico esta situación favorece la absorción y transformación de nutrientes haciendo que en muchas ocasiones los microorganismos actúen como vehículos en su paso hacia la planta.

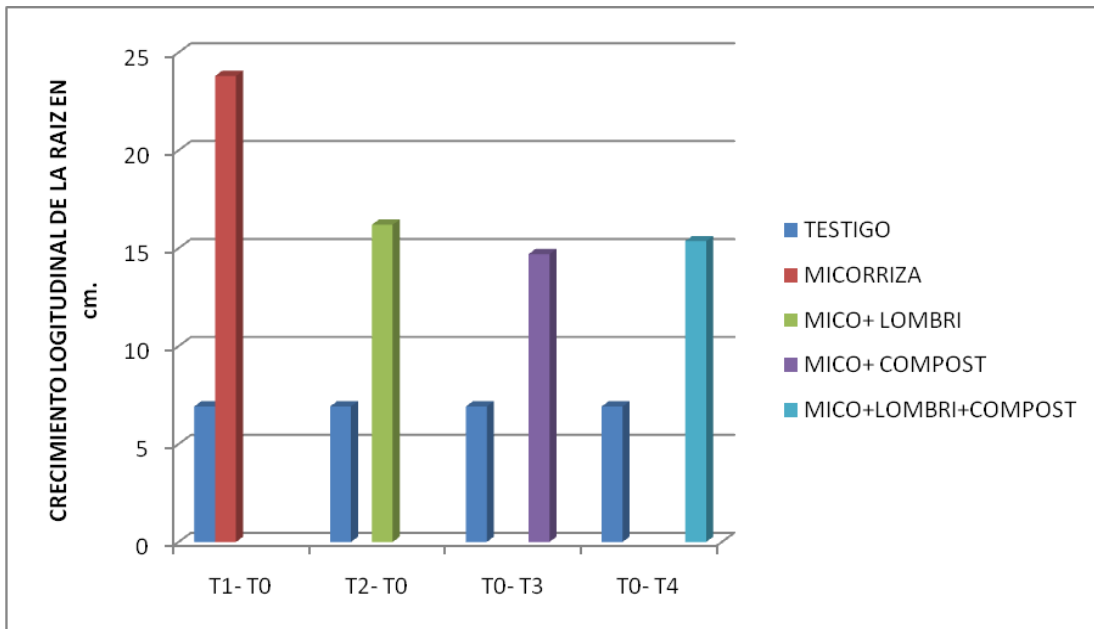
Según Rosas A.<sup>30</sup> Estos microorganismos benéficos crean mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos, aumentar la activad y carga bacteriana de microorganismos nitrificantes en el suelo. Las raíces son más largas y la absorción de nitrógeno, fósforo y potasio; lo que resulta en un aumento de biomasa y de producción.

**Cuadro 6. Se observan los valores promedios obtenidos en el crecimiento radicular de tratamientos con relación al Testigo.**

TRATAMIENTO		Testigo	Diferencia
Micorriza	23.8	6.92	17.51
Micorriza + lombricompost	16.2	6.92	9.28
Micorriza +compost	14.7	6.92	7.78
Micorriza +lombricompost + compost	15.36	6.92	8.44

<sup>30</sup> ROSAS, Antonio. Op cit. p. 190 -191

**Figura 8.** Crecimiento radicular de los tratamientos frente al Testigo



Como podemos observar en la cuadro 6 y figura 8, se hace evidente la diferencia que existe entre el testigo absoluto que no se le aplico ningún tipo microorganismos con referencia a los demás tratamientos que contenían los diferentes microorganismos y abonos orgánicos, siendo más notable el tratamiento T1 con 17.5 cm. Reafirmando nuevamente que las micorrizas fue el tratamiento con mas efectividad en el cultivo de acelga. el anterior estudio nos permitió confirmar que las micorrizas tienen un gran efectividad para el desarrollo de la planta.

**Figura 9.** Crecimiento radicular del testigo



Fuente: Grupo Investigador 2009

Como se observa en la figura 9 el crecimiento radicular del testigo es igual en los tres bloques notándose la deficiencia de nutrientes en el suelo para el desarrollo, presentando una raíz principal corta, raíces secundarias escasas y rizosfera diminuta

**Figura 10. Crecimiento radicular con los distintos tratamientos**



Fuente: grupo de estudio

En el crecimiento radicular con los distintos tratamientos se caracterizaron por tener una abundante rizosfera, raíz principal y secundaria bien definida con abundancia de pelos absorbentes, lo cual es muy importante para el crecimiento de la planta (ver figura 10) Según Gliessman<sup>31</sup>, la mayor parte de las plantas anuales distribuyen muchas de sus raíces en los primeros 25 a 30cm del suelo, y permite que absorban la mayor parte de agua y nutrientes de estos horizontes.

También se puede concluir que la relación simbiótica de la micorriza principalmente con la raíz de las plantas es el factor que garantiza un mejoramiento en la productividad de los cultivos, obteniéndose así mayor rendimiento, en el crecimiento, absorción de nutrientes que es sinónimo de

<sup>31</sup> GLIESSMAN, S. R. Procesos ecológico en agricultura sostenible. En: Agroecología. p. 125

producción y desarrollo de calidad. Por eso es recomendable utilizarlas en la implementación de los cultivos, al momento de la siembra para disminuir el porcentaje de pérdida de plantas por estrés.

## 9. CONCLUSIONES

En la investigación realizada entre los bloques I, II y III, con los distintos tratamientos en los parámetros de crecimiento de las plantas, y desarrollo radicular podemos decir que la efectividad de los tratamientos con micorrizas es más efectiva, que la combinación de micorriza con los abonos orgánicos debido a factores medio ambientales y otras variables que pueden influir en el desarrollo de los cultivos donde no se pueden obtener los resultados deseados. En este caso el crecimiento del tratamiento de mayor importancia (micorriza) el resultado fue mejor, porque en la fase del manejo agronómico variables como el estado del suelo, la temperatura y otros factores hicieron que este microorganismo actué de mejor manera porque las condiciones le permitieron adaptarse en este periodo (crecimiento).

Todos los resultados estuvieron sujetos a un gran número de variables como el clima, precipitación entre otros. Los tratamientos con micorrizas obtuvieron un excelente desempeño, dándonos a conocer que la relación que existe entre la micorriza, planta y suelo en la mayoría de los casos existió con efectividad para la asimilación y aprovechamiento de microelementos en el desarrollo normal de la planta y sus necesidades fisiológicas.

La comparación que permite el testigo en relación con los demás tratamientos es de forma cuantitativa, con la respuesta de las plantas a la fertilización y la relación de la micorriza en el mejoramiento fisiológico de las raíces en donde incrementa su capacidad de profundización hasta encontrar los niveles adecuados de microelementos.

También nos muestran la efectividad de la agricultura orgánica, lo cual nos comprueba que los tratamientos con micorrizas y los tratamientos con abonos orgánicos son los mejores rendimientos en cuanto a crecimiento generando un buen desarrollo de la planta.

Después de todo este proceso evaluativo de los resultados en campo, de los tratamientos podemos hacer la relación de la importancia del contenido nutricional que aportan cada uno de los abonos evaluados e inoculados con el hongo micorrizógeno, esta relación es continua debido a que la micorriza persiste en el suelo hospedándose en las raíces de los cultivos y de cualquier tipo haciendo su multiplicación y proliferación beneficiando a otros hospederos con el fósforo haciéndolo más asimilable.

## 10. RECOMENDACIONES

En este estudio podemos observar en todos los parámetros evaluados que los tratamientos obtuvieron un eficiente desempeño quedando demostrado cuantitativamente el mayor desempeño de algunos abonos con el sustrato micorrizado que además de enriquecer el suelo genera producciones limpias.

Establecer en parcelas experimentales, la utilización de micorrizas y fertilización orgánica, para evaluar el crecimiento, rendimiento radical. Con la utilización de abonos orgánicos de la región elaborados con normas sanitarias ideales, que conlleven al agricultor a tomar una mejor elección de manejo dependiendo de los requerimientos nutricionales de cada cultivo.

En este proceso se busca la aplicación de nuevas técnicas de manejo de los cultivos, ya que no se ha iniciado en una forma significativa la aplicación del tratamiento de la micorriza que su costo puede ser alto pero los resultados son muy importantes por los beneficios que otorga al desarrollo adecuado de los cultivos, junto con la fertilización orgánica, los resultados se pueden incrementar.

Todos los compuestos o abonos orgánicos aportan un alto grado de nutrientes dependiendo del manejo que reciban, en este estudio el mejor resultado se obtuvo en la micorriza se debe a que estos microorganismos hacen que la planta asimile los nutrientes que por ella sola no puede asimilarlos de forma directa.

## BIBLIOGRAFIA

- ABONOS ORGANICOS.[www.HappyFlower.com.mx/guía/07\\_abonosorganicos.htm](http://www.HappyFlower.com.mx/guía/07_abonosorganicos.htm)
- AGUIRRE, Sonia. MICROBIOLOGIA DE SUELOS.
- Barrera, Rodrigo. L. Riegos y drenajes, Editorial, Universidad Santo Tomas 1984.
- BURBANO ORJUELA, H. El suelo una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Año nacional de la ciencia.1989.
- CUARAN, Alberto. Entrevista 2009. San Francisco. 2009
- DIAZ, David. R. Nodo Quindicocha el suelo, 2003
- ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA. AGRICULTURA ECOLÓGICA. Editorial. Terranova Ltd. 1995.
- ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE SIBUNDOY 2002
- GLIESSMAN, S. R. Procesos ecológico en agricultura sostenible. En: Agroecología.
- GOMERO Ruiz y VELÁSQUEZ Héctor: Manejo ecológico de suelos. 1997
- GUERRERO, CARLOS. A. Y CARLOSAMA, JESUS. O. Respuesta a inoculación con micorrizas, fertilización orgánica en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana*, P), en la granja Versalles del instituto tecnológico del putumayo del municipio de Sibundoy 2007..
- HORTALIZAS. Tomado: <http://www.infoagro.com/hortalizas/accelga.htm>
- KOLMAS, Enrique, VASQUEZ, Darwin. Manual de agricultura ecológica. Editorial SIMAS. CICUTEC. 1996.
- MACKIE M, Freddy, ESQUIVEL, Roberta. Manejo ecológico de suelos.
- MARTÍNEZ, Mercedes. Agricultura biológica. Bogotá: Unisur. Editorial. Facultad de Ciencias agrarias UNISUR. 1995.
- MICORRIZAS DEL VALLE, Guía Manihotina MVA-T87 (Micorriza vecículo arbuscular). Tulúa (Valle)
- ROSAS, Antonio. Agricultura orgánica practica. 2004.
- SANCHEZ, M. Agricultura ecológica. En: Enciclopedia Terranova. Bogotá. 2004.
- UNIGARRO Alberto. Métodos químicos para el análisis de suelos. Universidad de Nariño. .
- ZVIETCOVICH, Guillermo. Manejo ecológico de suelos p. 57-61

**Figura 11. Grupo Investigador**



Fuente: Grupo investigador