

**RESPUESTA A INOCULACION CON MICORRIZAS, FERTILIZACIÓN ORGANICA EN EL
CULTIVO DE UCHUVA (*Physalis peruviana* P), EN LA GRANJA VERSALLES, DEL
INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO, MUNICIPIO DE SIBUNDOY**

**CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES
JESUS ORLANDO CARLOSAMA MAIGUAL**

**INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO
TECNOLOGIA AGRARIA
SIBUNDOY
2007**

RESPUESTA A INOCULACION CON MICORRIZAS, FERTILIZACIÓN ORGANICA EN EL
CULTIVO DE UCHUVA (*Physalis peruviana* P), EN LA GRANJA VERSALLES, DEL
INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO, MUNICIPIO DE SIBUNDOY

CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES

JESUS ORLANDO CARLOSAMA MAIGUAL

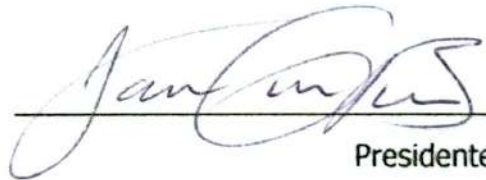
Trabajo de Grado presentado como requisito para optar el titulo de
TECNOLOGO AGRARIO

Asesora

Ingeniera Agrónoma ADRIANA GUERRA ACOSTA

INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO
TECNOLOGIA AGRARIA
SIBUNDOY
2007

Nota de aceptación


Presidente del Jurado


Jurado

Jurado

Sibundoy, Agosto 2007

A DIOS

A mis Padres y hermana por darme lo mejor de sus vidas y a todas las personas que siempre estuvieron motivándome a continuar pese a todas las dificultades que se me han presentado en esta etapa de vida y a mi hijo que viene en camino a cambiar mi vida totalmente

Carlos

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los miembros de mi familia, amigos y profesores que me han apoyado y ayudado en este proceso de formación. Especialmente a mis padres por su amor, comprensión y apoyo incondicional. También a mis amigos por su compañía y motivación durante todo este camino. A mis profesores por su dedicación y enseñanza, que me han permitido adquirir conocimientos y habilidades que serán fundamentales en mi vida profesional y personal.

*Agradezco a Dios, Padres y todas las personas,
Que de una u otra forma participaron en este proceso
De formación, para la obtención de este anhelado título.*

"ser escogido no es un privilegio, si no un desprendimiento hasta lo esencial"

Chucho

AGRADECIMIENTOS

A los directivos y docentes del Instituto Tecnológico del Putumayo.

1.1. PERSONAS DE LA PROPUESTA

***Adriana Guerra,** por su orientación, profesionalismo, y asesoría en el desarrollo del presente trabajo.*

1.2. PERSONAS

*Al señor **Euler Guerrero,** por colaborarnos en todas las actividades y conocimientos prácticos en este cultivo.*

Agradecimientos a nuestros compañeros y amigos Pedro N. Estrada, Luís A. Rosero, Juan P. Oviedo, Marco A. Riascos, William Imbachí, Carlos R Loza, Gerardo E Burbano, que de una u otra manera participaron en este trabajo.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Introducción

2.2. Marco Conceptual

2.3. Marco Conceptual

2.4. Marco Teórico

2.4.1. La Uchiva (Cupira) del Instituto Tecnológico del Putumayo

2.4.2. Parámetros Corporales

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. NOMBRE DE LA PROPUESTA	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2.1 DESCRIPCION	8
2.2 FORMULACIÓN	10
3. JUSTIFICACIÓN	11
4. OBJETIVOS	12
4.1 General	12
4.2 Específicos	12
5. MARCO REFERENCIAL	13
5.1 Antecedentes	13
5.2 Marco Contextual	16
5.3 Marco Conceptual	18
5.4 Marco Teórico	20
5.4.1 La Uchuva (Physalis peruviana) Características Fisiológicas	20
5.4.2 Fertilización Orgánica	22

5.4.3 Micorrizas	28
5.4.4 Poda de la Uchuva	31
5.4.5 Manejo en Cosecha y Postcosecha	32
5.5 Marco legal	33
6. ASPECTOS METODOLOGICOS	35
6.1 Tipo de estudio	35
6.2 Metodología de la investigación	35
6.2.1 Localización de la zona de estudio	35
6.2.2 Análisis de laboratorio	36
6.2.3 Diseño metodológico	37
6.2.4 Distribución en campo de los tratamientos a evaluar	37
6.2.5 Manejo Agronómico	42
7. RESULTADOS Y DISCUSION	47
7.1 Caracterización química del suelo y los abonos utilizados	47
7.2 Altura de plantas	55
7.2.1 Características de la micorriza Vecículo Arbuscular VA	64
7.3 Desarrollo radicular	76
7.3.1 Extensión horizontal de raíces	77
7.3.2 Longitud de raíces	80
7.4 Producción	85

7.5 Características generales del estudio

82

8. CONCLUSIONES.

9. RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFIA

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición en porcentaje de las excretas de varios animales domésticos.	21
Tabla 2. Resultados de análisis de muestras de suelos	46
Tabla 3. Estimativos de algunos elementos.	48
Tabla 4. Estimativo para el contenido de Nitrógeno total	52
Tabla 5. Altura de plantas a lo largo del ciclo del cultivo (cm.) tomadas cada 15 días	54
Tabla 6. Altura de plantas a lo largo del ciclo del cultivo (cm.)	55
Tabla 7. Resultados del análisis químico porcentual, componentes de muestras de abonos orgánicos	60
Tabla 8. Evaluación del efecto de las micorrizas y la aplicación de tres abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo radicular en el cultivo de uchuva (<i>physalis peruviana</i>) tomada en metros	62
Tabla 9. Evaluación de producción en el sistema de bloques al azar en el cultivo de uchuva (<i>physalis peruviana</i>)	76
Tabla 10. Evaluación de producción en el sistema de bloques al azar en el cultivo de uchuva (<i>physalis peruviana</i>) Kg. / ha	77
Tabla 11. Relación Costo-Beneficio	80
Tabla 12. Cuadro de beneficios costos para el año 2006-2007	81

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Figura 1. Semillero, Embolsado, Transplante Definitivo	20
Figura 2 Preparación Del Terreno	21
Figura 3. Ciclo del cultivo	22
Figura 4. Componentes de la fertilización	25
Figura 5. Escala colorimétrica	32
Figura 6. Localización de la zona de estudio	36
Figura 7. Secuencia metodológica empleada en la implementación del modelo de la distribución en campo de los tratamientos y subtratamientos en Uchuva (<i>Physalis peruviana</i>).	40
Figura 8. Manejo agronómico	42
Figura 9. Actividad de las Plagas que se presentaron en campo	43
Figura 10. Control alelopático	44
Figura 11. Actividades complementarias al proceso agronómico.	45
Figura 12. Efectos en algunas causados por factores ambientales y de daño por plagas.	46
Figura 13. Tomas de altura en campo.	55
Figura 14. Relación de crecimiento entre el testigo los subtratamientos compost, lombricompuesto, porquinaza sin micorrizas	58
Figura 15 Relación de crecimiento entre el testigo los subtratamientos compost,	58

lombricompuesto, porquinaza con micorrizas	61
Figura 16 Corte longitudinal de una raíz inoculada con micorriza vecículo arbuscular	66
	67
Figura 17 Valores comparativos entre el crecimiento en altura de plantas, de los tratamientos con micorrizas y sin micorrizas y los subtratamientos abonos orgánicos mas el testigo cm.	68
	69
Figura 18. Diferencia porcentual de crecimiento con respecto al testigo tratamiento sin micorrizas.	69
Figura 19. Diferencia porcentual de crecimiento con respecto al testigo tratamiento sin micorrizas.	71
Figura 20. Inoculación de los abonos al momento del transplante bloques B y D. a) Aplicación del sustrato con micorriza, b) Abono más inóculo, c) siembra	72
Figura 21. Abonos orgánicos utilizados como subtratamientos. a) Compost. b) lombricompuesto, c) Porquinaza	73
Figura 22. Crecimiento radicular tratamientos con y sin micorrizas.	79
Figura 23. Extracción de plántulas para evaluación de longitud de raíces. a) Retiro de la capa superficial de suelo, b) Raíz semidescubierta, c) medición de raíces.	
Figura 24. Sistemas radicales de Physalis peruviana tratamientos porquinaza con y sin micorriza.	
Figura 25. Sistemas radiculares de lombricompuesto con y sin micorriza.	
Figura 26. Sistemas radiculares del testigo con y sin micorriza	

Figura 27. Sistemas radiculares del subtratamiento compost con y sin micorriza

Figura 28. Promedio general de producción en kg por bloques, en el cultivo de uchuva *Physalis peruviana* bloques A y C.

Figura 29. Evaluación visual de la efectividad de los abonos. a) Coloración de hojas, b) Sanidad en los trifolios florales, c) Producción de frutos, d) Madurez, e) pesaje

Figura 30. Promedio general de producción en kg/ha por bloques, en el cultivo de uchuva *Physalis peruviana* bloques B y D.

Figura 31. a) Plantas sanas (porquinaza), b) frutos de buen color y tamaño, c) Empaque

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Resultados de análisis físico químico de suelos Universidad de Nariño. Laboratorio de suelos	36
Anexo 2 Resultados del análisis químico porcentual, componentes de muestras de abonos orgánicos	47
Anexo 3 Niveles generales de interpretación de análisis de suelos	47
Anexo 4 Deficiencias y excesos de elementos	47
Anexo 5 Micorrizas AV MYCORRAL Hongos Benéficos Laboratorio BIO-ORGANICOS S.A	64
Anexo 6. Cronograma de actividades	

INTRODUCCION

El panorama agropecuario del Valle de Sibundoy se enfoca en la producción convencional o monocultivista, donde no se tiene en cuenta los impactos ambientales, ocasionados por el inadecuado manejo agronómico y los paquetes técnicos desarrollados, los cuales no incluyen alternativas de conservación. Toda esta tecnología busca aumentar la rentabilidad de los sistemas productivos; que implica mayor inversión en costos de producción, baja diversificación, alterando el equilibrio del ecosistema natural.

El propósito fundamental del trabajo investigativo es facilitar nuevas alternativas de producción con la implementación de tecnologías conservacionistas desde la implementación del cultivo disminuyendo la carga mecánica (horas de trabajo por día) adición de correctivos de pH, calidad de semilla, distancia de siembra según características de adaptabilidad de la especie a implementar y de la zona, plantas de control alelopático (caléndula (*Calendula officinalis*), ruda (*Ruta graveolens*)) como estímulo atrayente y repelente de insectos, y un sistema de bloques al azar con el objetivo de evaluar 16 tratamientos en cuanto a fertilización orgánica (compost, porquinaza, lombricompost).

El ciclo de la investigación tuvo un periodo de cinco meses y medio en evaluación de altura de planta y de tres meses y medio en producción hasta la medición para determinar el crecimiento radicular con un periodo total de diez meses.

Se incluye todo el manejo cultural para la prevención de plagas, enfermedades, malezas disminuyendo factores que impliquen estrés en la planta. El aporte se realiza con el objetivo de mejorar el anclaje, grosor de tallos y que los elementos aportados en los fertilizantes se mezclen y mejoren las propiedades del suelo.

También se presenta los respectivos análisis y los resultados obtenidos en cuanto a crecimiento de plantas, producción y desarrollo de raíces valores que son fundamentales para la comparación final de todos los resultados obtenidos.

Otro factor de importancia dentro de este estudio son los hongos micorrizógenos los cuales originan una relación simbiótica benéfica donde el fósforo y otros elementos pueden aprovecharse por las plantas y determina resultados de crecimiento radicular, resistencia a periodos de estrés y producción.

Las limitaciones fueron en etapas iniciales de implementación factores medio ambientales que repercutieron en el desarrollo inicial del cultivo; y el factor económico, fundamental en los procesos investigativos en donde se necesitan análisis para obtener resultados más específicos y las afirmaciones estén basadas científicamente.

En este trabajo se recomienda planificar la producción, para disminuir factores que puedan afectar directa o indirectamente en el desarrollo de la producción agropecuaria y la adopción de nuevas tecnologías para la diversificación de los sistemas de producción, con los resultados obtenidos motivar a los productores al cambio de manejo en donde la utilización de productos orgánicos y microorganismos benéficos determinan la sostenibilidad de los recursos naturales.

1. TITULO

RESPUESTA A LA INOCULACIÓN CON MICORRIZAS, FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE UCHUVA (*Physalis peruviana L.*), EN LA GRANJA VERSALLES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO MUNICIPIO DE SIBUNDOY.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Valle de Sibundoy el manejo agropecuario se ha desarrollado con base en la producción de ganado de leche, y frijol, en forma convencional involucrando el uso indiscriminado de insumos químicos, mecanización intensiva; siendo las causales de la degradación de los recursos naturales (suelo, agua, bosque) además la problemática se ha incrementado por qué los productores no adoptan nuevas alternativas de producción que conlleven a una integralidad y diversificación de sus fincas.

La Uchuva junto a otros frutales tropicales están ubicados en un renglón importante y significativo para la exportación hacia otros países en especial los Europeos, por tal motivo se la considera como una alternativa económicamente viable, razón por la cual se lo ha catalogado como un cultivo promisorio, que puede ser otra actividad productiva dentro del sector agrícola; originando en un futuro su procesamiento en la agroindustria. Permite diversificar la producción agrícola, haciendo una integración con otros cultivos (Fresa (*Fragaria vesca*), Tomate (*Cyphomandra betacea*), Lulo (*Solanum quitoense*), Arveja (*Pisum sativum*), Cebolla (*Allium cepa*) Y Plantas que generen controles alelopáticos como son las plantas medicinales; generando otros ingresos) y en postcosecha elaboración de vinos, frutos en almíbar, jaleas, mermeladas etc.

Actualmente el manejo y producción del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) que es considerado como un producto que genera mayor rentabilidad, se ha convertido en un monocultivo que recibe un manejo inadecuado por el excesivo uso de productos químicos; esta empobreciendo el suelo en cuanto a micro y macrofauna, que son los encargados de transformar y hacer más asimilables los nutrientes para las plantas, este manejo disminuye la producción paulatinamente generando en cada cosecha menores ingresos.

Las posibilidades de comercialización de este frutal son bajas, porque a nivel del país la población no tiene la tendencia al consumo de uchuva, y las posibilidades de competitividad en los mercados más importantes del país se ven influenciadas por factores

económicos en cuanto a la adquisición de equipos que garanticen la conservación de la calidad al momento del embalaje, desde que salen los productos del campo, hasta los centros mas importantes de abastos.

Las políticas agropecuarias del estado no favorecen a este sector, el acceso al crédito es limitado, por este motivo la implementación comercial se dará a un mediano o largo plazo.

El mercado internacional brinda posibilidades de comercialización del cultivo de la uchuva junto con otros frutales, pero las exigencias son mayores en cuanto a la calidad, sanidad, sin la mínima presencia de residuos químicos. Nuestros productos están lejos de alcanzar esos requerimientos por los modelos de agricultura que se encuentran en el país en donde no se tiene en cuenta los riesgos del daño ambiental, sanidad de las personas.

Para iniciar en esta producción es de vital influencia la distancia de estas regiones a los aeropuertos internacionales, sobre pasa los límites de resistencia de este frutal, requiriendo sistemas mas sofisticados de conservación, por que es una fruta muy perecedera entonces es necesario transformarla en procesos de la agroindustria.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El manejo convencional de los cultivos, ha traído como consecuencia la resistencia de las plagas, enfermedades y malezas a los productos químicos, generando un desequilibrio en el sistema. Con la maquinización se voltea la capa arable del suelo generando pérdida de nutrientes, aumentando los problemas erosivos en las zonas altas y planas del Valle de Sibundoy.

El sobre pastoreo es otro factor que produce erosión y compactación del suelo; todos estos problemas pueden ser corregidos o mitigados utilizando alternativas de producción sostenibles, como en este caso se presenta al cultivo de la Uchuva (*Physalis peruviana* L).

Con su implementación podemos utilizar nuevas prácticas de manejo agronómico, como es la fertilización orgánica con productos llamados biofertilizantes, cuyo objetivo primordial es la sostenibilidad de la microfauna del suelo. No se puede descartar la fertilización química, la cual debe ser realizada de forma adecuada e integrada con prácticas agroecológicas; se pueden obtener buenos resultados y disminuir la cantidad de residuos químicos en el suelo.

Estos productos se manejan irracionalmente en cuanto a cantidad por hectárea, dejando a un lado la posibilidad de utilizar todos los recursos disponibles dentro de los sistemas de producción (fincas) como son: Los residuos de cosecha, subproductos de la crianza de animales (estiércoles, orina, alimentos) y de beneficio (vísceras, contenido ruminal, sangre entre otros.)

En la producción agrícola del Valle de Sibundoy, las estrategias en cuanto a la fertilización orgánica apenas se están desarrollando; por que los productores ven que es a largo plazo sus resultados.

Esta región ofrece adecuadas características edáficas, ambientales y de clima, conocido como "Microclima" en donde especies de clima medio, también han podido adaptarse a las condiciones favorables, entre ellas tenemos el Aguacate (*Persea americana*), Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) entre otros; la uchuva también se beneficia de estas características por los resultados que se han obtenido en cuanto a producción de frutos, follaje; crecimiento, resistencia a plagas, enfermedades.

El cultivo a nivel de esta región es casi inexistente, no ha recibido importancia para el inicio de la producción comercial; a pesar de los resultados que se han obtenido en las chagras tradicionales y frente a las buenas características que ofrece el Valle de Sibundoy esto puede ser garantía para comenzar con procesos agroindustriales.

También se desconoce la utilización del hongo micorrizógeno el cual cumple la función de hacer más asimilables los elementos mayores fósforo (P) y menores del suelo para el desarrollo y producción de los cultivos, haciendo más eficiente el manejo de la fertilización.

Siempre se debe buscar una forma sostenible en donde la utilización de insumos químicos, sea reemplazada por el manejo agroecológico que permite obtener productos limpios los cuales son de mejor calidad y mayor demanda por mercados nacionales e internacionales.

Con la Apertura de Libre Comercio (T.L.C) todos los productos del campo obtenidos a través de la agricultura sostenible pueden competir y generar desarrollo regional. Siendo el cultivo de la uchuva uno de los más promisorios teniendo en cuenta que es una fruta exótica propia de los andes tropicales del norte sudamericano y que tiene una gran acogida en los mercados Europeos principalmente.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Con la fertilización orgánica se logrará incrementar la producción de uchuva, y se mejorará la calidad de la fruta?

¿El efecto de la simbiosis producida por las micorrizas con las plántulas de uchuva, será benéfico en el desarrollo radicular y por consiguiente en el mejoramiento de la absorción de los nutrientes del suelo y los aportados en la fertilización orgánica y se reflejará en la producción?

3. JUSTIFICACIÓN

La diversificación agrícola del Valle de Sibundoy se debe iniciar con cultivos que se adapten a las condiciones medio ambientales y edáficas de la región, además se busca que sean productos con buenas perspectivas de comercialización, basadas en las actuales políticas de apertura económica, que permitirá al agricultor ofrecer y distribuir en los mercados productos de calidad con miras a la competitividad.

En esta región la producción de este cultivo ha sido para autoconsumo sobre todo presentándose en las chagras tradicionales y las huertas caseras, permitiendo una actividad novedosa y dar inicio a la investigación, implementando posteriormente explotaciones comerciales, utilizando nuevas tecnologías y conocimiento.

Con esta producción de forma demostrativa, se necesita evaluar la respuesta a la inoculación con micorrizas, fertilización orgánica aplicando abonos orgánicos tales como: Compost, lombricompost, porquinaza, y un testigo (sin compuestos), para la búsqueda de resultados eficientes y así desarrollar pautas para una mayor producción con fundamentos agroecológicos de conservación del suelo y de los demás recursos, sin que a futuro se pueda convertir en monocultivo, también debe ir en compañía de arreglos en los sistemas productivos como son: Rotación de cultivos, asocio, intercalamiento, sistemas de curvas de nivel para aprovechamiento de zonas con alto porcentaje de pendiente, barreras vivas, sistemas agroforestales entre otros.

Los resultados de la presente investigación sustentados en la literatura sobre el tema, permitirán generar recomendaciones que pueden ser analizadas y aplicadas por productores de este tipo de cultivos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta del cultivo de uchuva a la fertilización con tres tipos de abonos orgánicos y determinar el efecto sobre el sistema radicular, de la inoculación con micorrizas.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adecuar los terrenos de forma mecánica y aplicación de correctores químicos.
- Aplicar tratamientos de abonos orgánicos: Compost, humus de lombriz y porquinaza.
- Inocular algunos tratamientos en campo con el sustrato que contiene al hongo de la micorriza y evaluar su respuesta en crecimiento y producción.
- Evaluar mediante un análisis de promedios la altura de plantas, producción, tamaño de raíces de los tratamientos efectuados.
- Manejar agronómicamente el cultivo en forma orgánica.
- Incentivar el cultivo de uchuva mediante la implementación de trabajos del orden investigativo que permitan el incremento de la productividad.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 ANTECEDENTES

El desarrollo del sector agropecuario es un proceso dinámico que constantemente enfrenta nuevos retos que busca superar los actuales impactos al medio ambiente y sobre todo al suelo (perdida de nutrientes, disminución de la microflora por uso irracional de agroquímicos, surgimiento de monocultivos etc.)

Estos problemas dan camino a la búsqueda de una diversificación de los sistemas de producción; como son ejemplo de este manejo las chagras tradicionales, las cuales buscan su sostenimiento para las generaciones futuras, cuentan con una gran variedad de especies nativas, cultivos de pan coger (cidra (*Sechium edule*), Barbacuano, Chachafruto (*Erythrina edulis*), Guasimba (*Trigida pavonia*), Plantas Medicinales, Frutales como:

Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), Moquillo (*Sauravia scabra*), Reina Claudia (*Prunus persica*), Capulí (*Physalis alkekengi*), Motilón (*Hyeronyma macrocarpa*), Chilacuan (*Carica pubenses*), en especial la Uchuva (*Physalis peruviana* L) que se cultiva en baja producción, reconociendo sus bondades en la medicina natural en tratamientos para la vista, próstata y su contenido en vitamina C).

La chagra o jajañ (en Camëntsá) es un bosque tropical-andino de cultivos; es lo que se puede llamar un bosque cultural. Con base en la riqueza natural, los pueblos indígenas tanto andinos como selváticos, intentaron un tipo de agricultura que se originó en la domesticación de una gran variedad de especies de plantas, simulando la composición de un bosque natural. "Es una selva natural en miniatura", (Geertz 1963)¹.

¹PLAN AMBIENTAL TURÍSTICO VALLE DE SIBUNDOY. GEERTZ 1963. Alcaldías municipales Valle de Sibundoy. P. 67

Esta diversidad da origen a un ambiente equilibrado cumpliendo la cosmovisión de conservación de la pacha mama o tierra; siendo de vital influencia las fases lunares que intervienen directamente en el desarrollo de los cultivos, producción, prevención de plagas y de animales que pueden dañar las cosechas.

La susceptibilidad de los cultivos a las plagas en las chagras es baja, puesto que una alta variedad de especies permite un control biológico basado en la siembra de algunas especies repelentes como el borrachero (*Datura candida*), generalmente sembrado a orillas de las chagras cumpliendo una doble función, servir de barrera viva para delimitar linderos y actuar como control biológico, otras especies como el ají (*Capsicum frutescens*), ortiga (*Urtica ureas*), verbena (*Verbena littoralis*), contribuyen a regular el efecto devastador de las plagas².

También podemos retomar del Plan Ambiental Turístico del Valle de Sibundoy que las chagras tradicionales son un medio eficaz para la subsistencia de las comunidades Inga y Camëntsá del Valle de Sibundoy y un verdadero laboratorio viviente, donde es posible encontrar especies aún de otras zonas de vida adaptadas a este microclima y teniendo en cuenta que los indígenas poseen una sabiduría ancestral en cuanto al manejo sostenible de sus parcelas; se hace necesario mirar con nuevos ojos lo ancestral, visitarlas y valorarlas para que no desaparezcan estos sistemas estratégicos llenos de sabiduría, cultura, tradición y leyenda, ya que son selvas en miniatura, son bancos de semillas nativas (germoplasma), jardines de flora y entomofauna que interactúan en complicados procesos de sinergia. Vale la pena conocerlos y convivir con ellos para impregnarse de su magia y encanto

Las características de calidad, resistencia, sabor y color pueden convertirla en una alternativa para la implementación en cultivos comerciales o a mediana escala, con mayores ventajas en la disminución de costos de producción y de impactos ambientales negativos, causados con el manejo convencional en cultivos como el maíz y el frijol;

² PLAN TURISTICO AMBIENTAL VALLE DE SIBUNDOY. Ibit. P. 67-69

utilizando sistemas de asocio, intercalamiento con otros cultivos para evitar la incidencia de plagas, enfermedades, malezas y bajar la utilización de agroquímicos que son costosos.

Es necesario cambiar los tradicionales modelos de producción convencional, con los actuales donde se busca dar una integralidad a los sistemas de producción en cuanto al capital, la tecnología, recursos naturales y el hombre siendo el agente principal de cambio hacia un manejo adecuado, garantizando resultados benéficos para la rentabilidad y estabilidad económica de las fincas.

La producción de Uchuva en el Valle de Sibundoy es de autoconsumo, utilizada por sus propiedades medicinales dentro de la chagra tradicional y las huertas caseras en donde el manejo es de forma natural no se utilizan insumos para control de plagas, enfermedades y malezas, además en su comercialización no se han aplicado estrategias que permitan que este producto tenga mayor oferta en los mercados regionales o departamentales.

En la visita a un sistema productivo (finca) en el municipio de Colón del productor Miguel Jajoy encontramos un pequeño cultivo implementado mediante un sistema de asocio con otros frutales (Mora (*Rubus glaucus*), Granadilla (*Passiflora ligularis*), Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea*) y hortalizas (*Cebolla (Allium cepa)*).

Este productor nos da a conocer que ha tenido buenos resultados en cuanto a producción de todos los cultivos en especial de la Uchuva y la Mora; no se ha presentado ninguna incidencia de plagas y enfermedades, porque en ellos no encuentran su ambiente ideal para desarrollarse.

5.2 MARCO CONTEXTUAL

Políticamente el Valle de Sibundoy está conformado por cuatro municipios, al Noroccidente del Putumayo: Santiago, Colón, Sibundoy 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 está a cincuenta kilómetros de Pasto la capital Nariñense y a casi 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 Guamués de la Macrocuenca Amazónica³

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 inmigrantes procedentes principalmente de zonas deprimidas del departamento de Nariño y de personas desplazadas por la violencia o por fumigación 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 suelos derivados de cenizas volcánicas implica una fuerte infiltración y en otros de textura franco arenosa y arcillo-limosa existe un nivel freático alto con una tendencia a sobresaturarse.

³ ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO

Otras de las condiciones propias de la zona son los altos grados 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 masa, patas de vaca, cárcavas, que causan represamiento del cauce de las cuencas y microcuencas ocasionando en temporada de lluvias inundaciones hacia la garganta de Balsayaco afectando algunas veredas de los municipios de Santiago, colón y san francisco. Actualmente se están manejando alternativas de mejoramiento y de reforestación de esta zona con el desarrollo del programa Presidencial de FAMILIAS GUARDABOSQUES, y otros planes desarrollados por CORPOAMAZONIA en los cuatro municipios.

Actualmente la oferta agropecuaria va incrementando paulatinamente en la parte plana del Valle, con el surgimiento progresivo de la producción comercial de cultivos como el: Frijol, tomate, lulo⁴.

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 con 13 mil habitantes aproximadamente, de los cuales el 45% se encuentra ubicado en zona rural y el 55% en la zona urbana.

El área de estudio en la que se desarrolló la evaluación del cultivo de uchuva se encuentra en la vereda Versailles ubicada en el municipio de Sibundoy, con un área de 16.8 hectáreas dedicadas actualmente a la ganadería y en la cual se encuentran igualmente las instalaciones de la subsele 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 sur limita con propiedades de Alfonso Arango y Rubén Guerrero; 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 Salas⁵

⁴ Fuente este trabajo de investigación

⁵ BURBANO, L. G.; ACOSTA BRAVO, M. A. Plan Emergencia y Contingencia para la Subsele del ITP.

5.3 MARCO CONCEPTUAL

Biofertilizante o biopreparado: Son el resultado final de la fermentación de materiales orgánicos, como estiércoles de animales (vacas, cabras, ovejas) forrajes, plantas verdes y frutos.

Alelopatía: Es pues, la ciencia que estudia las relaciones entre las plantas afines y las plantas que se rechazan, utilizando las feromonas para evitar el ataque de las diferentes plagas y enfermedades a las que pueden ser susceptibles.

Abonos orgánicos: Sustancia o mezcla de productos en descomposición, de origen natural, los cuales se incorporan al suelo para aumentar la fertilidad de éste y contribuir al restablecimiento de su estructura.

Desarrollo sostenible: Es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Humus: Es de color oscuro e inodoro. El humus se forma por acciones de tipo ambiental, química, y bacteriana del suelo. Producto obtenido a partir de la transformación de materia orgánica por parte de la lombriz. Compuesto orgánico de naturaleza coloidal, resultante de la transformación de los restos orgánicos; tiene la capacidad de intercambiar nutrientes.

Agricultura convencional: Desarrollada en las últimas décadas, se ha sustentado por el uso intensivo de insumos químicos, los que en su mayoría son de alta toxicidad. Agricultura convencional: Sistema de producción extremadamente artificial, basado en el alto consumo de insumos externos (energía fósil, agroquímicos, etc.) sin considerar los ciclos naturales.

Simbiosis: Asociación mutualista entre dos organismos y de la cual dependen. En este caso la planta y el hongo.

Micorriza: Proviene del griego, myco, hongo, y rhyza, raíz. Este Hongo permite un mejor aprovechamiento de las sustancias nutricionales del suelo y las aportadas de forma artificial.

Epígeo: Cualquier órgano vegetal o fungoso que se desarrolla sobre el suelo.

pH: (grado de acidez o basicidad) La producción de abonos fermentados requiere oscilaciones de pH entre 5.8 y 6.2; al límite superior puede llegar a 7.5.

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.

Micelio: conjunto de hifas que constituyen la parte vegetativa (talo) de un hongo filamentoso.

5.4 MARCO TEORICO

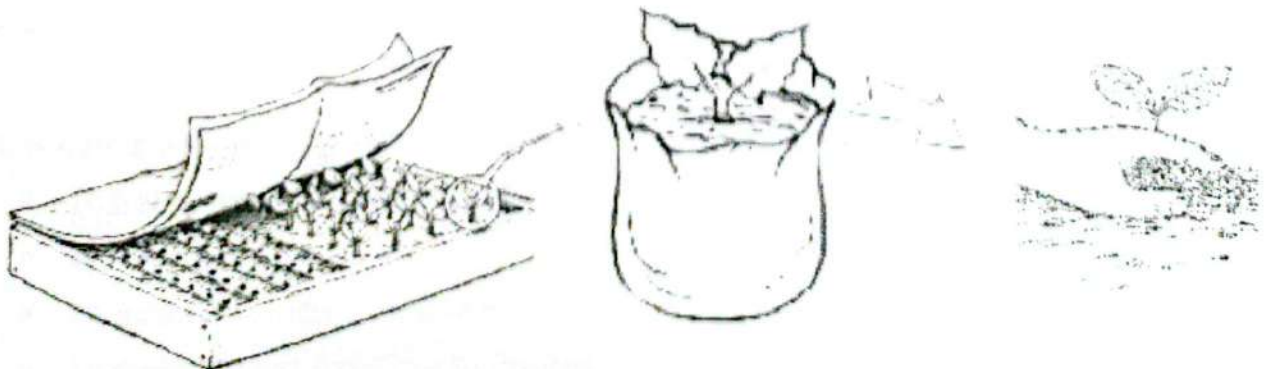
5.4.1 LA UCHUVA: (NC: *Physalis peruviana* L. Flia. Solanaceae) Características Fisiológicas

Botánica. Originaria de la zona Andina, ésta es una planta arbustiva, con raíz fibrosa, tallo leñoso, quebradizo de color verde. Las hojas son alternas y en forma de corazón. Sus flores, de corola tubular y color amarillo, son hermafroditas. El fruto es una baya carnosa y jugosa, de color amarillo.

Suelos y clima. Los suelos sueltos, profundos, bien drenados, con abundante materia orgánica y próxima a la neutralidad, son mejores para el crecimiento de este frutal; el clima esta entre los 8°C y los 14°C, altitudes de 2400 msnm y 3400: pluviosidad de 800mm a 1000mm anuales, en cultivos a libre exposición aunque es susceptible a heladas y vientos fuertes.

Propagación y prácticas culturales. La multiplicación puede efectuarse asexualmente, cuando se tiene buen material de propagación, o sexualmente por semillas que se colocan con semilleros con una mezcla de 3 partes de tierra negra, una parte de arena y una de estiércol, desinfectada con agua caliente. Después de una semana de preparado el semillero se siembran las semillas en surcos a 8cm a 10cm de distancia, hasta que las plántulas tengan de 5 a 6 hojas verdaderas y unos 10cm de altura; luego, se pasan a bolsas plásticas hasta que tengan de 30cm a 40cm de altura

Figura 1. Semillero, Embolsado, Transplante Definitivo



En el sitio definitivo previamente arado entre 15cm a 20cm de profundidad y rastrillado, se hacen hoyos de 40cm de lado y 40cm de profundidad, a tres bolillo (triangulación), con distancias de 1m entre surcos y 80cm entre plantas hasta 2.5m entre surcos y 1.5m entre plantas.

Figura 2. Preparación Del Terreno



Preparación mecánica de los suelos para cultivo

Labranza mínima método ideal para preparación de suelos

Fitosanidad. La plaga más importante de este cultivo es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.) Que se come los brotes tiernos; el control se hace recogiendo las larvas manualmente y usando una mezcla de cal agrícola con ceniza de madera que se aplica alrededor de la planta.

Los áfidos y el minador de las hojas chupan la savia; su control se realiza por medio del lavado de las hojas con agua jabonosa y queroseno o preparados de ají. Los pájaros y roedores se comen los frutos y su control se hace con trampas y gatos para su cacería.

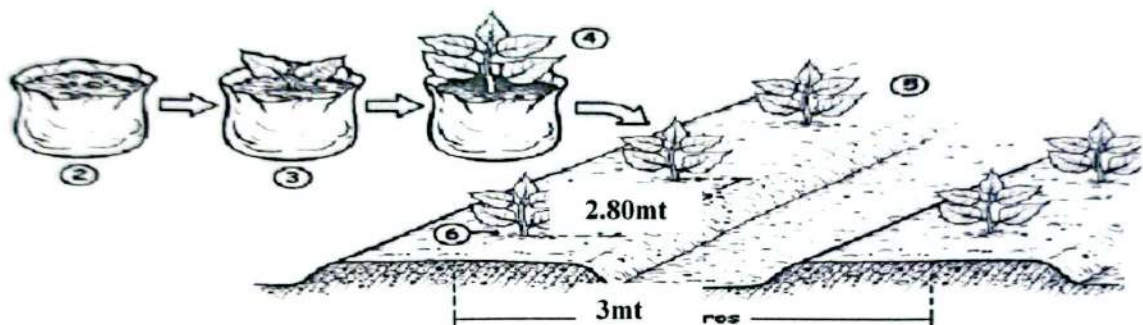
Las enfermedades más frecuentes son:

- La pierna negra o podredumbre seca (*Phoma* sp)
- El moho gris (*Botrytis* sp)
- La gota (*Phytophthora infestans*)
- La pudrición por *Fusarium oxysporum*.

Todas estas enfermedades se manejan con un buen drenaje, el manejo de malezas, podas oportunas y recolección y destrucción de las partes dañadas.

Ciclo del cultivo. Desde de la siembra en el campo hasta la primera cosecha transcurren en promedio 90 días, dependiendo de la altitud, en zonas más altas este período es más largo.

Figura 3. Ciclo del cultivo



Una vez empieza la cosecha, ésta es continua, permitiendo realizar recolecciones semanales y en ocasiones dos por semana, dependiendo de los grados de madurez y los requerimientos del mercado. Con un adecuado manejo agronómico, el cultivo puede alcanzar una vida productiva de hasta dos años, especialmente en lo relacionado con fertilización, podas, controles fitosanitarios y suministro de agua⁶.

5.4.2 FERTILIZACION ORGANICA.

En la fase experimental del cultivo de la uchuva se pretende evaluar la respuesta fisiológica a la aplicación de diferentes abonos orgánicos como los siguientes.

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.

⁶ Collazos, O Manejo agronómico de materiales de uchuva (*Physalis peruviana* L.) Cartilla ilustrada No. 31 Popayán. CORPOICA. 2000 Pág. 9

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 aportantes 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.

Tabla 1 a 2. Composición en porcentaje de las excretas de varios animales domésticos.

TIPO ESTIERCOL	MACRONUTRIENTES %					MICRONUTRIENTES %				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	H ₂ O
Gallinaza	2.43	2.67	4.80	5.70	0.50	11	4.25	--	2.64	19
Bovinaza fresca	2.11	1.60	5.76	0.67	0.44	1.2	7.63	--	132	75
Porcinaza	2.32	4.72	3.90	3.25	6.77	8.8	643	--	422	62
Equinos	2.65	1.95	2.92	--	--	--	--	--	--	65

Fuente: RESTREPO R., 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados.

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.

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.

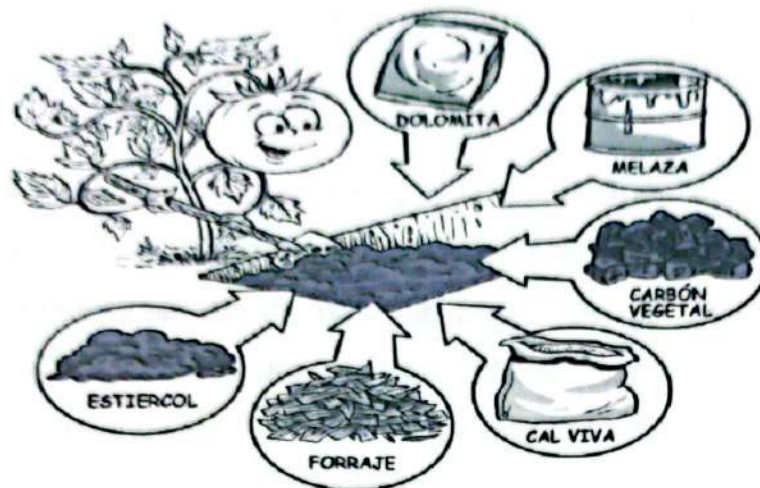
El agua. Evitar el agua de acueducto por que contiene cloro. Permite homogenizar la mezcla de los insumos, la ineficiencia y el exceso puede causar procesos fitosanitarios, para tener el estado ideal de humedad se lo mide periódicamente mediante la **prueba de puño**.

La levadura o fermentado de maíz. Fuente principal de inoculación micro-biológica 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.

Figura 4. Componentes de la fertilización.



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 quemé 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.

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 adecuada⁹

PORQUINAZA. Porquinaza se establece que la composición del estiércol del cerdo depende principalmente de la ración de alimentación. Las heces del animal se componen de una porción de alimento sin digerir, bacterias arrastradas del tracto digestivo, líquidos digestivos y agua. La porción fecal del estiércol contiene un gran número de ingredientes alimenticios en su forma original. Las excretas así mismo contienen sustancias las cuales fueron transformadas por la actividad metabólica de las bacterias en el tracto.

Está formada por las heces fecales y la orina de los animales, a la que se adiciona el material utilizado como 'cama' en el alojamiento de los cerdos, el agua proveniente del lavado de instalaciones y la que se pierde de los bebederos.

Como cualquier otra materia orgánica, aporta elementos como nitrógeno (básico en la producción agrícola), fósforo, potasio y otros elementos menores; igualmente, su pH es casi neutro, ideal para mejorar la calidad de los suelos ácidos.

Su aplicación puede hacerse en fresco, es decir, tan pronto se recoge, enviarla a un tanque estercolero y de allí al sistema de riego por aspersión; como único inconveniente, esta práctica puede ocasionar malos olores que incomodan a los vecinos.

De otra parte, cuando las porcícolas no tienen cómo comercializarlo, pueden beneficiarse de este subproducto construyendo biodigestores; allí se guardan las heces donde, mediante un proceso de descomposición anaeróbico (sin aire), se matan todos los organismos que causan enfermedades (patógenos) y como beneficio adicional puede obtenerse biogás (combustible).

⁹ MEJIA GUTIERREZ Mario. Agricultura Ecológica, Enciclopedia Agropecuaria. Bogotá: Terranova Editores. 2001Pág. 190.

Así el material líquido que queda en el biodigestor (efluente) es la misma excreta, que puede ser usada como abono, pues los nutrientes básicos, como el nitrógeno y el fósforo, no se afectan en su composición y calidad.

No es solo regarla en los lotes como paso previo al inicio de cualquier programa de fertilización con esta materia orgánica, es necesario tener en cuenta:

- Hacer un análisis de suelos, cuyos resultados determinan la calidad de las tierras y las deficiencias de nutrientes; dicho resultado debe compararse con las necesidades nutricionales de los cultivos.
- Conocer el contenido de nutrientes de la porquinaza que vaya a utilizar.
- Llevar registro de los lotes estercolados (fertilizados) con las cantidades aplicadas.
- Aplicar las dosis necesarias, de acuerdo con las demandas de nutrientes del cultivo, pues cualquier cantidad adicional de nitrógeno no será asimilada por las plantas y se convertirá en contaminante de las aguas subterráneas.
- Hacer un manejo técnico del subproducto, por lo que debe consultarse con los técnicos de la Asociación Colombiana de Porcicultores (ACP)¹⁰

5.4.3 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:

¹⁰ RESTREPO R. J. op. cit., Pág. 26

- Configuran un sistema de alta actividad de otros microorganismos (Bacterias, actinomicetos 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 estabilidad¹¹.

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.

¹¹ TORRES SERRANO, Clara Ximena, Manual agropecuario. Bogotá: Biblioteca del campo, 2002
Pág. 572

Colonización Intrarradical. Este patrón varía con las especies de los simbiontes. 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 arbuscúlos.

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 nemátodos 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 inoculo de HMA que va a serles aplicado.

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

- Mullir bien el suelo y elaborar los canteros que son similares 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 inoculo de HMA.

- Este inoculo 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 inoculo es mas fácil sobre semilleros o cultivos en fase de vivero. El inoculo de HMA puede almacenarse durante varios meses, con lo que se mejora su potencial micorrizico pero este periodo no debe ser superior a un año¹²

5.4.4 PODA DE LA UCHUVA.

Luego de hacer la siembra se riega; la deshierba se hace a mano, cada ves que el cultivo lo requiera. Se debe hacer: Una poda de formación, las podas de mantenimiento y aclareo, eliminando las ramas dañadas y, finalmente, la poda de renovación, cortando toda la planta para que retoñe.

Otro aspecto fundamental es el relacionado con el tipo de tutores o soportes que deben implementarse para que la planta se desarrolle bien y pueda cumplir a cabalidad con todas las funciones encaminadas a lograr una producción acompañada de frutos de una calidad tipo exportación.

También es de resaltar, las podas que se practican a la planta para formar una arquitectura que permita la correcta distribución de la luz, para realizar una perfecta fotosíntesis, que acompañada de una adecuada aireación, permita un manejo apropiado de la humedad relativa, evitando que ésta sea muy alta y pueda generar problemas fungosos que reduzcan considerablemente la producción y desmeriten la calidad¹³

¹² MEJIA GUTIERREZ Mario, op. cit., Pág. 212-214

¹³ RAFAEL ANGULO C, Ingeniero Agrónomo, Profesor Facultad Agronomía, Universidad Nacional

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 anualmente⁷.

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 proporciones⁸.

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.

⁷ RESTREPO R. J. Cartilla elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares, (UPAR) 2001. Pág. 27, 29

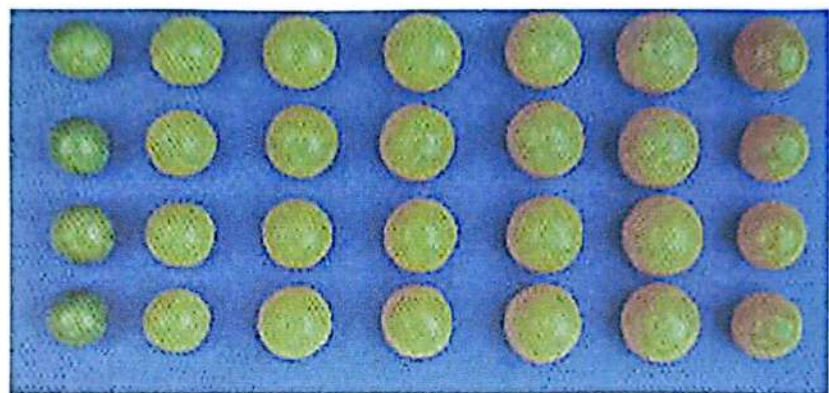
⁸ BARRERA GUERRERO, Mario Camilo. Huerto Ecológico Tarea Cotidiana de vida, Biblioteca Ecoamazonia II. Fundación Ecoamazonia. Pasto: 2002 Pág.32

5.4.5 MANEJO DE COSECHA Y POSTCOSECHA

Para cosechar, el principal índice que se tiene en cuenta es el color. En un trabajo de la Universidad Nacional de Colombia se encontró que en una escala de colores de 1 a 6 en los grados tres y cuatro, la uchuva, por ser un producto perecedero, requiere un exigente manejo después de la cosecha para conservar la calidad obtenida en las etapas anteriores. Entre las características sobresalientes de la uchuva se destacan su agradable sabor y aroma, y su composición.

Figura 5. Escala colorimétrica

- 0 = verde oscuro
- 1 = verde claro
- 2 = verde amarillento
- 3 = naranja claro
- 4 = naranja
- 5 = naranja oscuro
- 6 = naranja rojizo



-----cosecha-----

La cosecha se realiza manualmente entre los 8 y 9 meses después del trasplante cuando la envoltura del fruto se torna amarillenta y se seca; la clasificación de los frutos se hace por tamaño, color y sanidad para luego empacarlos en bolsas plásticas. Se logran rendimientos de 13 ton/ha en producciones de hasta 6 años con buen manejo y condiciones óptimas, se logran hasta 30 ton/ha año.

Para el almacenamiento el fruto responde positivamente a la temperatura de refrigeración y su tiempo de vida aumenta, más aun con la presencia del cáliz. A temperatura ambiente es muy perecedero, especialmente cuando está desprovisto de su envoltura natural.

Usos: Se consume directamente como fruta fresca o en mermeladas, sorbetes, repostería, pastelería, cócteles y encurtidos con repollo¹⁴

¹⁴ TORRES SERRANO, Clara Ximena, Manual Agropecuario. Bogotá: Biblioteca del campo, 2002 Pág. 828-830

5.5 MARCO LEGAL

Constitución Política Nacional de Colombia 1991. Capítulo 3. De los derechos colectivos y del ambiente

Artículo 79. 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 fines¹⁵.

Este artículo promueve el aprovechamiento de los recursos naturales de una forma racional para evitar su degradación; es necesario manejar una educación de protección del suelo, flora, fauna, para las futuras generaciones. En los sistemas agrarios cuyo objetivo es el sostenimiento familiar y social es una obligación incluir manejos con los cuales se garantice la calidad, sanidad de los productos.

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

Código Nacional de los recursos Naturales. Capítulo V

Art. 410. - Las frutas y hortalizas deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en la presente ley y sus reglamentaciones.

Art. 411. - Durante la manipulación o almacenamiento de frutas y hortalizas se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar su contaminación.

¹⁵ CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA, Bogotá: Pág. 27

Art. 412. - Sé prohíbe el uso de aguas contaminadas para el riego de hortalizas y frutas cuando el consumo pueda causar efectos nocivos para la salud¹⁶

Para la producción y conservación de las frutas se debe tener en cuenta las normas sanitarias que son exigidas para todos los productos en cuanto a requisitos de funcionamiento, de equipos y utensilios, procesos de obtención, transporte y almacenamiento.

Es necesario que en toda producción agrícola se deba tener en cuenta las normas exigidas por el ministerio del medio ambiente, donde se formula diferentes alternativas de manejo en la implementación de cultivos, para garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales que influyen en el desarrollo de estas actividades productivas.

La anterior ley hace resaltar las diferentes formas de diversificación de los sistemas de producción en donde los cultivos deben tener una interacción con los bosques, fuentes hídricas, zonas de amortiguamiento como base de la sustentabilidad.

¹⁶ HURTADO MORA JORGE. Código Nal. De recursos naturales, Bogotá. Legis Editores. 2003

6. ASPECTOS METODOLÓGICOS

6.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio de la respuesta a la inoculación de micorrizas y aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de Uchuva, se realizó con un tipo de investigación Cuasi-experimental, mediante la aplicación en campo de los diferentes tratamientos a evaluar se determinó la respuesta de las plantas a los tratamientos determinándose así cual de estos presentó los mejores resultados fisiológicamente (altura de plantas, producción de frutos, crecimiento de raíces, coloración de follaje).

6.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

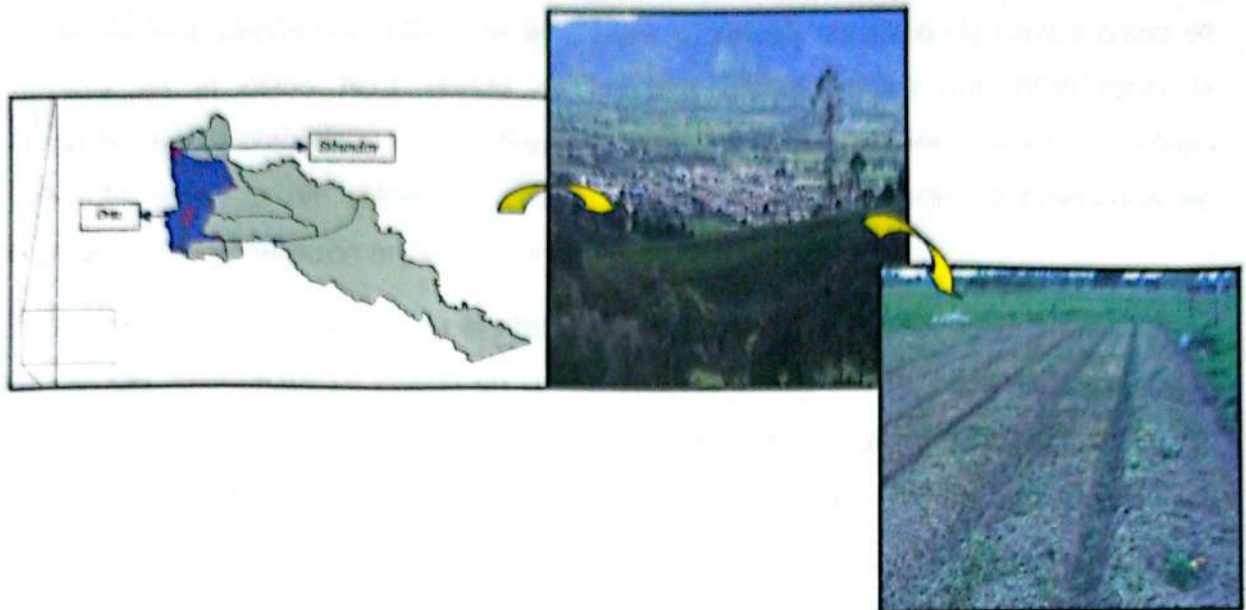
6.2.1 Localización de la zona de estudio.

El trabajo de campo se realizó en la finca Versalles 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 Versalles del municipio de Sibundoy departamento del putumayo. (Fuente este estudio)

Este estudio se realizó en el municipio de Sibundoy, teniendo en cuenta que las características medioambientales y de relieve son favorables, para este tipo de cultivo; la granja Versalles es una zona plana, no encharcable; y la disponibilidad a estudiantes del área de cultivo, para continuar estudios de investigación que pueden proyectar a la Institución. La uchuva requiere de suelos no encharcados (nivel freático), para obtener un óptimo desempeño, fisiológico.

Los resultados obtenidos son aplicables al Valle de Sibundoy, y dar a conocer a los productores el manejo que se recomienda en este estudio y el uso de enmiendas orgánicas (caldos enriquecidos con microorganismos) que permitan complementar la fertilización orgánica.

Figura 6. Localización de la zona de estudio



La región corresponde según la clasificación de Holdridge, a la zona de vida Bosque húmedo montano bajo (bhMB); presenta una precipitación promedio anual de 1579mm¹⁷.

6.2.2 Análisis de laboratorio.

Para determinar las propiedades físico-químicas del suelo donde se realizó el estudio y los abonos utilizados se hizo necesaria la toma de muestras para su posterior interpretación de los siguientes análisis.

- Análisis de suelo al área de investigación.
- Análisis físico-químico de los abonos a utilizar, cuyos resultados se interpretarán para generar la discusión final. (ver anexos 1 y 2)

¹⁷ HOLDRIDGE, Clasificación de las zonas de vida. Wikipedia biblioteca virtual.

6.2.3 Diseño metodológico.

En la implementación del cultivo de la uchuva se realizó un plano de campo como se observa en el plano No.1 donde se buscaba obtener datos que permitieran la organización, recolección y sistematización de la información, para realizar un análisis sobre la respuesta del cultivo en cuanto a crecimiento, inoculación y producción en relación con la fertilización orgánica e inoculación con micorrizas.

En la investigación se determinó el efecto de las micorrizas sobre el sistema radicular de las plantas, este factor se evaluó en cuatro bloques de los cuales dos fueron inoculados con micorrizas y dos sin ellas, la fertilización orgánica se ubico en subtratamientos con abonos orgánicos como fueron Compost, Lombricompuesto, Porquinaza dejando un testigo comparativo.

El diseño metodológico fue en bloques al azar con parcelas divididas donde se distribuyeron los tratamientos y los subtratamientos.

6.2.4 Distribución en campo de los tratamientos a evaluar

a. Tratamientos con micorrizas. En la investigación se incluyen 4 bloques (**A, B, C, D**) en los cuales se ubicaron dos tratamientos con dos repeticiones así:

Tratamiento con micorrizas (T1): En el cual se aplicarán 50g de micorriza por plántula, al momento del transplante al sitio definitivo. Ubicado en los bloques **B y D**

Tratamiento sin micorriza (T2): No se realiza la inoculación a las plantas con el hongo. Ubicado en los bloques **A y C.**

b. Subtratamiento abonos orgánicos. Los subtratamientos se ubicaron dentro de los bloques que contienen los tratamientos con o sin micorrizas aleatoriamente de la siguiente manera.

- **Subtratamiento1:** Compost (ST1)
- **Subtratamiento2:** Lombricompuesto (ST2)

- **Subtratamiento3** : Porquinaza (ST3)
- **Subtratamiento4**: Testigo (sin abonos) (ST4)

La cantidad que se usó de estos compuestos orgánicos (subtratamientos) por cada una de las plantas fue de 1kg, el total de fertilizaciones a lo largo del ciclo del cultivo fueron tres con intervalos de aplicación de 2 meses.

En campo, la fertilización se realizó con la cantidad exacta de los abonos orgánicos incluyendo la dosis del sustrato que contiene el hongo micorrizógeno para la inoculación de las plántulas, formando una mezcla homogénea con el suelo.

c. Modelo de distribución al azar. El área total donde se montó la investigación fue de 1669m². Cada bloque tiene las siguientes medidas: Ancho de 10.4m y de largo 27m, con un área total por cada bloque de 280m².

Los bloques están separados entre sí por calles de 2.90m, con el objetivo de evitar el efecto de borde y facilitar cada una de las etapas de manejo y mantenimiento del cultivo (labranza, deshierbas, podas, fumigaciones, aporques y la cosecha).

La densidad de siembra es de 36 plantas por bloque para una densidad total por área de investigación de 144 plantas, distribuidas en los 4 tratamientos y cada subtratamiento con 9 de ellas a una distancia de siembra de 3m entre plantas y entre surcos de 2.6m. La distancia entre la cerca eléctrica y los tratamientos fue de 2.9m.

d. Distribución de los subtratamientos:

Al azar se sorteó la ubicación de los subtratamientos (Compost, Lombricompost, Porquinaza, Testigos sin abonos) en cada uno de los bloques de la siguiente manera.

Bloque A. Tratamiento 2: Sin Inoculación de Micorrizas.

ST1. Compost

ST2. Lombricompost

ST3. Porquinaza.

ST4. Testigo

Bloque B. Tratamiento 1: Con Inoculación de Micorrizas.

ST2. Lombricompuesto.

ST4. Testigo

ST1. Compost

ST3. Porquinaza

Bloque C: Tratamiento 2: Sin Inoculación (Micorriza)

ST3. Porquinaza

ST1. Compost

ST4. Testigo

ST2. Lombricompuesto

Bloque D: Tratamiento 1: Con Inoculación (Micorriza)

ST4. Testigo

ST3. Porquinaza.

ST2. Lombricompuesto.

ST1. Compost. (Ver plano 1)

Esta distribución tuvo como objetivo disminuir la probabilidad de error, en cuanto a la respuesta de las plantas a cada uno de los tratamientos (micorrizas) y subtratamientos (Fertilizantes Orgánicos).

e. Parámetros Evaluados:

- **Altura de planta:** Se realizó cada quince (15) días, tomando desde la base del tallo hasta el ápice con la ayuda de un metro.
- **Vigor de la planta:** Este parámetro se determinó visualmente cada quince (15) días.
- **Producción:** En este parámetro la evaluación se realizó pesando la producción total cada 15 días por tratamiento y subtratamiento.

- También se evaluaron los resultados de la micorriza en el desarrollo radicular, tomando una planta por cada tratamiento y subtratamiento para un total de 8 raíces evaluadas; para la toma de longitud, apariencia, y contenido de raíces secundarias y terciarias.

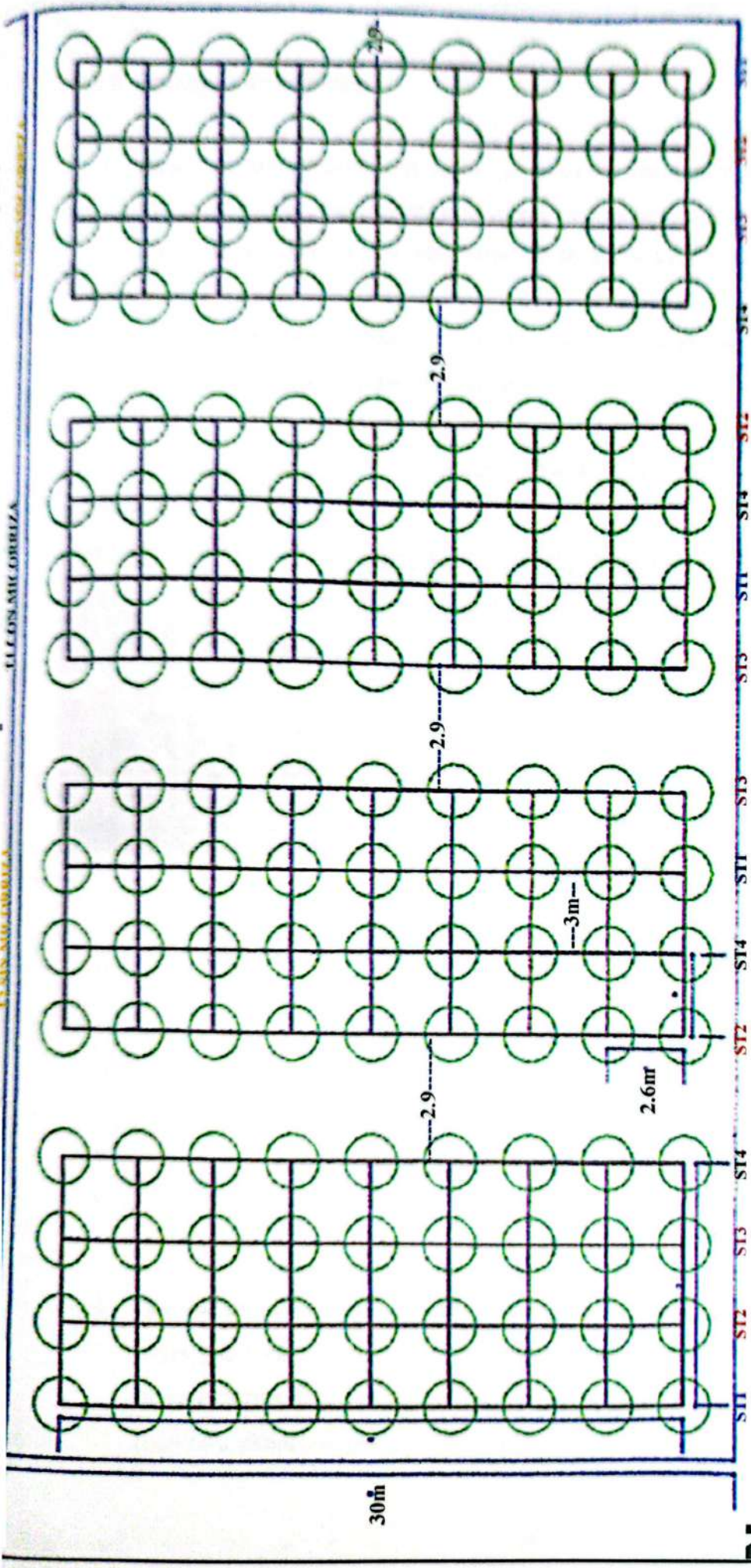
Figura 7. Secuencia metodológica empleada en la implementación del modelo de la distribución en campo de los tratamientos y subtratamientos en Uchuva (*Physalis peruviana*). a) Diseño para implementación en campo, b) Preparación del terreno, c) Trazado, d) Trazado y ahoyado, e) Eras donde se aplicaron los subtratamientos.



..... F W

ELLOS MIC ORRIZA

EL SAN MIO FABRIZA



56m

<p>MONOGRAFIA</p> <p>RESPUESTA A LA INOCULACIÓN CON MICORRIZAS, FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE UCHUVA (Physalis peruviana), EN LA GRANJA VERSALLES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO MUNICIPIO DE SIBUNDOY.</p> <p>CARLOS A. GUERRERO JESUS O. CARLOSAMA</p>	<p>INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO MUNICIPIO DE SIBUNDOY GRANJA VEREDA VERSALLES</p>	<p>MODELO DE DISTRIBUCIÓN AL AZAR EN CAMPO DEL CULTIVO DE UCHUVA (Physalis peruviana)</p> <p> Tto. Sin micorriza Tto. Con micorriza </p> <p> — CERCA Eléctrica. ST1: COMPOST ST2: LOMBRICOMPOSTO ST3: PORQUINAZA ST4: TESTIGO </p> <p>Plano No 1.</p>
---	--	---

6.2.5 Manejo agronómico

- Para el establecimiento del cultivo se realizó el laboreo de forma mecánica (tractor) teniendo en cuenta que la intensidad de maquinización sea baja para evitar la compactación del suelo. Posteriormente se aplicó los correctivos de ph (encalado).
- El Aislamiento del terreno se lo realizó con cerca eléctrica, utilizando posteadura en madera inmunizada, y alambre calibre 16.

Figura 8. Manejo agronómico. a) Labranza mecánica y manual, b) Encalamiento, c y d) Aislamiento



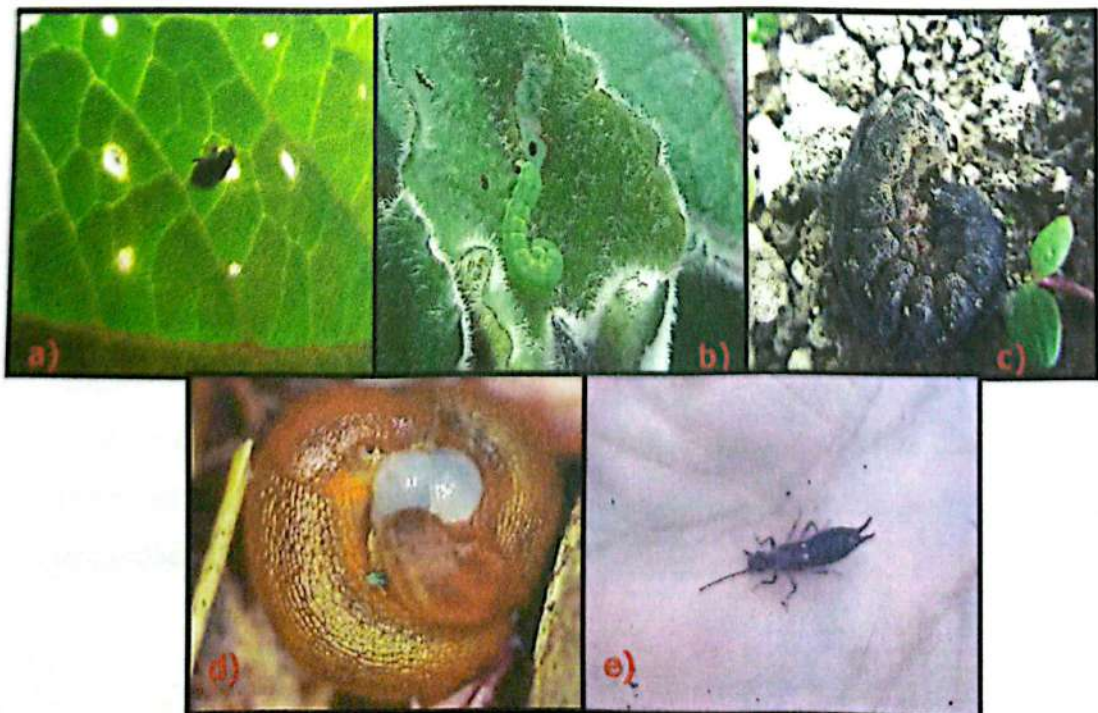
- La distancia de siembra fue de 2.6m entre plántulas y de 3m entre surcos, debido a que esta planta tiene una gran capacidad para desarrollar follaje. Este parámetro es importante porque permite facilitar las labores culturales (desyerbas, aporque, cosecha), disminuir la incidencia de plagas, enfermedades que se presentaron en

el transcurso de la investigación, brindando un ambiente controlado por la aireación y luminosidad en el interior del cultivo.

El manejo de las plagas fue difícil por la incidencia de varios insectos que atacaron en todas las etapas del cultivo siendo las de mayor agresividad la babosa en la etapa de transplante causando gran daño en la parte inferior de tallos y hojas, hasta los cuatro meses después del transplante; pero su actividad disminuyó a medida que el tallo de la planta se fue endureciendo. Para la babosa se elaboraron purines de ajo, ají e higuera.

Otra plaga de mucha incidencia fue el pulgón este insecto ataca en toda la etapa del cultivo causando grave daño en hojas, botones, florales y vainas. El daño causado consta de una serie de perforaciones a nivel de toda la hoja y de los cogollos; también se aplicó purines hidrolatos de ají y ajo causando buenos resultados siempre y cuando la concentración de estos productos era alta, la dosis empleada fue de tres litros por bomba teniendo cuidado de fumigar en horas de la mañana.

Figura 9. Actividad de las Plagas que se presentaron. a) *Epitrix sp* (pulgón), b) *Heliothis zea*, c) *Agrotis sp*, d) *Arion subfuscus*, e) (*Forficula auricularia*)



- Dentro de este proceso de estudio se desarrollaron actividades agroecológicas buscando la biodiversidad del cultivo sin que se pueda convertir en un modelo de agricultura tradicional o convencional. Se implemento un control alelopático con la siembra de caléndula con el objetivo de prevenir la aparición de nematodos a los cuales la uchuva es muy susceptible.

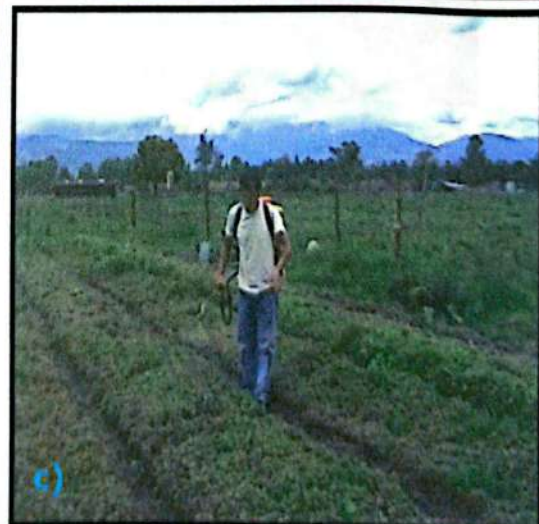
Figura 10. Control alelopático



- Es recomendable realizar el control cultural de arvenses, plagas y enfermedades, disminuyendo el riesgo de provocar problemas de deterioro del ecosistema por el uso de agroquímicos. Con este método manual, se obtiene un alto aporte de biomasa cruda que en el suelo sufre el proceso de descomposicion, generándose una alta actividad microbial que permite mejorar la disponibilidad de sustancias minerales y la bioestructura del suelo.
- La utilización de diferentes compuestos orgánicos en la implementación del cultivo inició desde el semillero, se buscó aportar a las plantas el contenido nutricional necesario para garantizar su desarrollo, formación de botones florales, llenado de frutos y producción. Y al momento del transplante a las bolsas además del sustrato la utilización de las micorrizas fue fundamental, en la búsqueda de una simbiosis entre las plantas y el hongo, lográndose un mejor desarrollo a través de la absorción de los macro y micro nutrientes del suelo.

- Aplicación de los tratamientos y evaluación periódica de la respuesta de las plantas.

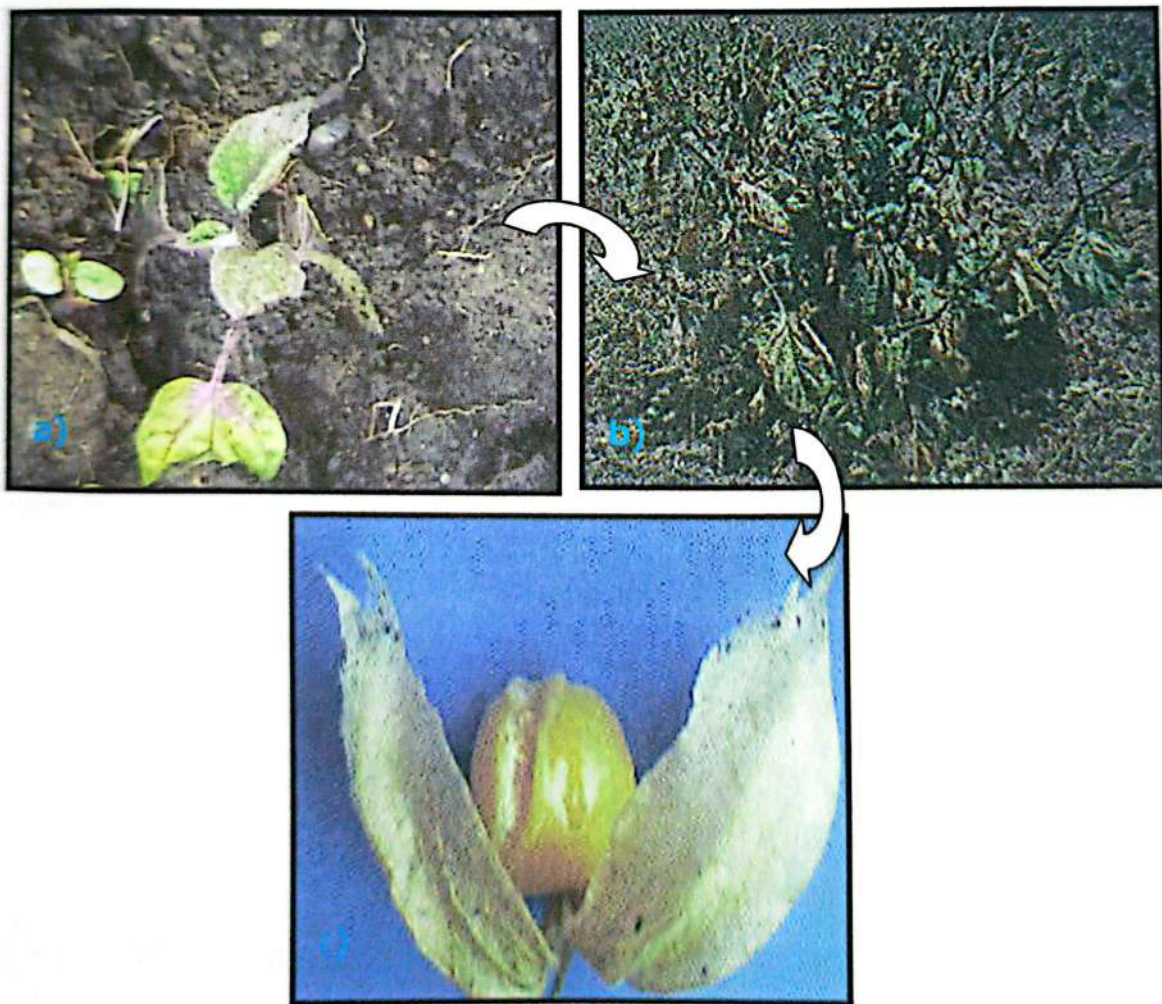
Figura 11. Actividades complementarias al proceso agronómico. a) Desyerba manual, b) Abonamiento, c) Fumigaciones periódicas para prevención y control de plagas



- Las plantas han sufrido problemas de estrés fisiológico, al momento del transplante, el cual repercutió en el retraso de crecimiento, cambio de coloraciones, morados o cloróticos hasta la pérdida de algunas de ellas. Para tal efecto ya se había previsto a algunas variables dejando de reposición 40 (27.7%) plantas.

Este estrés se debió a las altas temperaturas a partir del mes de agosto, el total de plantas que se perdieron fueron 30 para un porcentaje del 20.8 % de pérdidas. En la figura podemos determinar algunos de estos síntomas.

Figura 12. Efectos en algunas causados por factores ambientales y de daño por plagas. a) Estrés por alta temperatura en transplante. b) Por exceso de humedad, c) Deficiencia de Boro (B) y Calcio (Ca) (alta humedad)



7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

7.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL SUELO Y LOS ABONOS UTILIZADOS.

Previamente a la realización del trabajo de campo se tomó una muestra de suelo para su posterior análisis cuyos resultados se presentan en la tabla 2 y anexo 1, y se interpretó con el apoyo del documento interpretación integral de los análisis de suelos y foliar, Microfertisa¹⁸ (ver anexo 3).

El suelo donde se realizó la investigación presentó un pH de 4.9 con una reacción muy fuertemente ácida, según Salamanca¹⁹ en estos suelos se necesita encalar para la mayoría de los cultivos; se presenta posible toxicidad de aluminio y manganeso, posibles deficiencias de fósforo, calcio, magnesio, molibdeno y nitrógeno. (Anexo 4)

En este sentido Burbano²⁰ 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.

¹⁸ MICROFERTISA, Manual técnico de fertilidad de cultivos. 2005. p. 27

¹⁹ SALAMANCA SANABRIA, R. Suelos y fertilizantes. Bogotá: Universidad Santo Tomás, p. 141

²⁰ BURBANO ORJUELA, H. El suelo una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Año nacional de la ciencia.1989. P.26

Tabla 2. RESULTADOS DE ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

Muestras	Unidad	6867 No. 001	
pH, Potenciometro Relación Suelo:Agua (1:1)		4.9	
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	7.1	
Densidad Aparente	g/cc	0.9	
Fósforo (P) Bray II	ppm	27	
Capacidad Intercambio Catiónico CIC		19.0	
Calcio de Cambio	CH3COOHN4 INpH7	Meq/100g	2.2
Magnesio de Cambio			0.6
Potasio de Cambio			0.81
Aluminio de Cambio			1.10
Hierro	Extracción con DTPA	ppm	125
Manganeso			4.00
Cobre			1.52
Zinc			1.46
Boro ppm, Método de agua caliente			0.23
Densidad real	Picnómetro	g/cc	2.37
Nitrógeno Total%			0.31
Carbono Orgánico%			4.11
Arenas		%	55.0
Arcillas		%	8.2
Limos		%	36.8
Textura Franco=F,Arcilloso=Ar,Arenoso=A,limoso=L			F.A

Laboratorio de suelos, Universidad de Nariño 2006 (Anexo 3)

Fuente: este estudio

El contenido de materia orgánica del suelo según el análisis fue de 7.1 %, valor medio, porque según el estimativo para clima frío está entre 5 y 10, el ICA²¹ determina que la materia orgánica es fuente principalmente de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) y algunos elementos menores, además mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la capacidad amortiguadora (Buffer), y tiene gran influencia sobre la capacidad de intercambio catiónico (CIC). Cada 1% de materia orgánica representa en general, 2 meq/100 g en la medida de la CIC.

El suelo presentó una densidad aparente de 0.9 g/cc. Según Bernal²² una densidad aparente baja en el suelo superficial generalmente significa un buen estado estructural,

²¹ SALAMANCA, ICA. Fertilización en diversos cultivos. Manual de asistencia técnica No 25. 4ª edición. Boyacá: Centro experimental Tibaitata 1981., p. 225

²² BERNAL E. J. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. Bogotá: Banco Ganadero, 1984. p. 61

esta propiedad varía con la textura, estructura, contenido de materia orgánica y grado de compactación, afirma también que esta propiedad es la relación existente entre el peso de un volumen dado de suelo seco a la estufa (105 °C), incluyendo su arreglo estructural y el volumen de agua desalojado por él, en su determinación se considera tanto el espacio poroso como las partículas sólidas, por lo tanto es variable, debido a que el volumen del espacio poroso varía.

La densidad aparente está afectada por el contenido orgánico, a pesar de que los coloides inorgánicos pueden influir. Los valores más bajos se obtienen en suelos orgánicos (Valores inferiores a 1 g/cc), también esta correlacionada con el manejo de suelos, todas las prácticas que modifique la estructura del suelo influyen en ella, dichos efectos se manifiestan en la porosidad de los suelos.

La cantidad de fósforo encontrada en el suelo es de 27 ppm que si comparamos con el cuadro estimativo es un valor medio porque oscila entre 20 a 30 ppm, este elemento, según Duarte²³ el fósforo es un elemento imprescindible en los procesos reproductivos y metabólicos de la plantas, animales y microorganismos, además una concentración adecuada es crucial en la producción agrícola, la deficiencia de este elemento es uno de los factores que limita el desarrollo de los cultivos, ya que en la mayoría de los suelos el fósforo se encuentra retenido, es decir las fases mineral y orgánica "atrapa" el fósforo y no lo deja pasar a la solución del suelo donde las plantas lo podrían absorber, el uso de materia orgánica y la acción de microorganismos son factores de mejoramiento de la disposición de fósforo, en diferentes tipos de suelos, encontrándose que la disposición misma de la materia orgánica libera ácidos orgánicos que a su vez disuelven fosfatos cálcicos y roca fosfórica.

²³ DUARTE RESTREPO, B. Solubilización microbiana de fosfatos en la perspectiva del manejo ecológico. En: Programa de escuela en sistemas de comercialización y producción agropecuaria sostenible para caracterizadores. Microbióloga FUNCOP cauca. 2003

Tabla 3. Estimativos de algunos elementos.

Elemento	Interpretación	Bajo	Medio	Alto
Ca Cambio	m.e./100g	Menos 3	3 - 6	Más de 6
	Satur. %	Menos 30	30 - 50	Más de 50
Mg	m.e./100g	Menos 1.5	1.5 - 2.5	Más de 2.5
	Satur. %	Menos 15	15 - 25	Más de 25
K	m.e./100g	Menos 0.2	0.2 - 0.4	Más de 0.4
	Satur. %	Menos 2	2 - 3	Más de 3
Na	m.e./100g	Su contenido debe ser menor de 1		
	Satur. %	Menos de 15 %		
N Intercambiable	p.p.m	Menos 75	75 - 100	Más de 100
P Aprovechable	p.p.m	(Bray II) Menos 20	20 - 30	Más de 30
C.I.C	m.e./100g	Menos 10	10 - 20	Más de 20
M.O.%	Clima			
	Frío	Menos 5	5 - 10	Más de 10
	Medio	Menos 3	3 - 5	Más de 5
	Cálido	Menos 2	2 - 3	Más de 3
Rel. C/N	Normal	Menos de 10/1	10/1 - 12/1	Más de 12/1
Rel. Ca:Mg Cat:Mg Al.		Normal : 2 - 4 Normal : 1		
Al	m.e./100g		<1 ideal	>1
	Satur. %		15 %	Tóxica

pH. Muy ácido	:	Menos de 5
Moderadamente ácido	:	5.5 - 6
Ligeramente ácido	:	6.5
Neutro	:	7.3
Ligeramente alcalino	:	7.8
Fuertemente alcalino	:	7.8>

Fuente: Laboratorio de Suelos, Facultad de Ciencias Agrícolas

La capacidad de intercambio catiónico CIC con un valor de 19 meq/100g se considera medio porque se encuentra entre 10-20 meq/100g, según los estimativos estipulados, Salamanca²⁴ expresa que la CIC esta asociada directamente con la textura, tipo de arcilla y el contenido de materia orgánica en el suelo, es deseable que un suelo tenga CIC alta, ya

²⁴ SALAMANCA SANABRIA, R. Op. Cit., p. 46 - 47

que indica una gran capacidad potencial de suministro y reserva de Ca, Mg, y K a las plantas, representa la totalidad de cargas negativas de la fracción coloidal del suelo que están en condiciones de ser intercambiadas por cationes, representa el total de lugares que pueden ocupar las bases intercambiables Ca, Mg, K, Na, Al, y Mn.

Si interpretamos los resultados de CIC en el suelo de la investigación podemos afirmar lo siguiente, que en cada 100 gramos de suelo existen 19 cargas negativas disponibles para atraer cargas positivas que en este caso son las bases intercambiables.

Las bases intercambiables: Ca, Mg, K (meq/100 g)

Los resultados del laboratorio para estos tres elementos fueron de la siguiente manera:

Calcio de cambio 2.2 meq/100 g contenido bajo menor de 3

Magnesio de cambio 0.6 meq/100 g contenido bajo menor de 1.5

Potasio de cambio 0.81 meq/100 g contenido alto mayor de 0.4

La planta necesita en forma equilibrada los nutrientes para suplir sus necesidades fisiológicas de almacenamiento, fotosíntesis en la transformación de glucosa y energía necesaria para desarrollarse y producir, según Salamanca y el ICA²⁵, no solo son necesarios los anteriores niveles, se deben tener en cuenta las distintas relaciones entre bases que a continuación se determinan para el suelo donde se desarrollo la investigación:

1. Relación Calcio – Magnesio Ca/Mg. Debe tenerse en cuenta, especialmente en suelos ácidos que requieren encalamiento. El valor mínimo para la relación debe ser uno. Cuando la relación Ca/Mg es mayor de 4 se recomienda aplicar cal dolomita, cambiando la cal agrícola, para tratar de disminuir la relación entre estos dos elementos, ya que la cal dolomítica tiene magnesio.

Al determinar la relación en el suelo de la investigación el resultado es:

$$\text{Ca/Mg} = 2.2 / 0.6 = 3.7$$

²⁵ SALAMANCA, ICA. Op. Cit., p. 225

Según el estimativo sugerido por Salamanca es una relación ideal cuando los valores oscilan entre 2 a 4, para el caso del suelo en estudio en resultado es 3.7 lo que se acerca al valor crítico de deficiencia de magnesio como lo determina el análisis y sería recomendable usar cal dolomítica, según el ICA uno de los problemas más comunes de los suelos Colombianos es el de la relación Ca/Mg en el complejo coloidal de los suelos, cuando la relación es amplia, mayor de 4 se han encontrado deficiencias de magnesio, no obstante que se conocen muchos efectos benéficos del encalamiento en suelos ácidos (como es el caso el suelo de estudio), debemos neutralizar los efectos tóxicos del aluminio y del manganeso, y aprovechar otros nutrientes disponibles, también puede causar disturbios en la fertilidad del suelo cuando se usa cal agrícola, se presenta el desbalanceamiento de la relación Ca/Mg, provocando en muchos casos una deficiencia de magnesio en las plantas por tal motivo se debe tener mucho cuidado al momento de agregar al suelo los correctivos de pH.

2. Relación Magnesio – Potasio Mg/K.

Una relación ideal es aquella que tiene un valor de 3 en donde los dos elementos se encuentran en equilibrio en el suelo, si supera esta relación un valor de 18 se presenta deficiencia de potasio, y si el valor es menor a 1 se puede presentar deficiencia de magnesio, por lo cual se recomienda aplicarlo al suelo; la relación para el suelo de la investigación es la siguiente:

$Mg/K = 0.6/0.81 = 0.74$ con este resultado confirmamos que en el suelo existe deficiencia de magnesio.

3. Relación Calcio – Potasio Ca/K

Este mismo autor afirma que la relación ideal entre estos dos elementos es de 6, presentándose una deficiencia de potasio cuando el valor es superior a 30, y de calcio cuando es menor de 6, en el suelo investigado es así:

$Ca/K = 2.2/0.81 = 2.7$ esta relación determinó que el contenido de calcio en el suelo es bajo, como lo confirma el análisis de suelo.

El aluminio de cambio para este parámetro se obtuvo un valor de 1.10 meq/100g, que se cataloga como alto, como lo podemos determinar según Microfertiliza²⁶ (Anexo1) determina que un valor ideal de aluminio en el suelo es menor de uno (1) y si es mayor de uno (1) el contenido de aluminio es alto, al respecto Salamanca afirma que las recomendaciones de cal, por lo general, se basan especialmente en el contenido de aluminio de cambio, en suelos con menos del 10 % de materia orgánica y pH menor de 5.5 como es el caso del suelo estudiado, se recomienda aplicar una tonelada y media de cal agrícola por cada miliequivalente de aluminio intercambiable; al determinar la cantidad de cal que debemos aplicar, el resultado es:

$$\text{Cantidad de Cal} = (\text{Al}) 1.10 \text{ meq}/100\text{g} \times 1.5 \text{ toneladas} = 1.65 \text{ ton} \times 1000 \text{ Kg} = 1650 \text{ Kg}/\text{Ha}$$

Los elementos menores se encuentran presentes en las siguientes cantidades:

Elemento	Resultado análisis	Nivel Crítico
Hierro (Fe)	125 ppm	2.5 – 4.5 ppm
Manganeso (Mn)	4.00 ppm	1,0 ppm
Cobre (Cu)	1.52 ppm	0,2 ppm
Cinc (Zn)	1.46 ppm	0.5 ppm
Boro (B)	0,23 ppm	0.3 ppm

Los resultados muestran que el hierro, manganeso, cobre, y zinc no son deficientes en el suelo, ya que sus contenidos se encuentran por encima de los niveles críticos que representan deficiencia, al contrario que con el contenido de boro el suelo presenta deficiencia, porque en el análisis está por debajo del nivel crítico. (Ver anexo 4)

El valor de la densidad real del suelo fue de 2.37 g/cc; de acuerdo a Montenegro²⁷ cuando no se presentan cantidades considerables de materia orgánica la densidad real fluctúa

²⁶ MICROFERTISA, Op. Cit., p. 27

²⁷ MONTENEGRO, H. Propiedades físicas de los suelos en relación con la fertilidad. En: manejo integral de la fertilidad del suelo. Bogotá: Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. 2003. p. 16

entre 2.5 a 2.6 g/cc alcanzando mayor valor en suelos arcillosos o arenosos con muy poca materia orgánica.

El contenido de nitrógeno total fue de 0,31 %, al respecto el ICA²⁸ afirma que los suelos de clima frío, contienen más nitrógeno total que los de clima cálido, pero el suministro es menor, debido a la baja tasa de mineralización en el suelo evaluado, en el estimativo de contenido de nitrógeno (N) para clima frío, su contenido de N es medio porque se encuentra entre los valores de 0,25 a 0.50.

Tabla 4. Estimativo para el contenido de Nitrógeno total

CLIMA	INTERPRETACION DEL % DE N TOTAL		
	BAJO	MEDIO	ALTO
FRIO	< de 0.25	0.25 – 0.50	> de 0.50
MEDIO	< de 0.15	0.15 – 0.25	> de 0.25
CALIDO	< de 0.10	0.10 – 0.20	> de 0.20

Fuente: Gómez Microfertisa

Carbono orgánico el resultado del análisis de la muestra fue 4.11 % que Gómez²⁹, determina que para clima frío esta en un nivel medio porque el resultado se ubica entre 3,0 a 5,7 %.

Con los valores de nitrógeno total y carbono orgánico se determina la relación C/N, esta relación es muy importante afirma el CIAO³⁰, porque la competencia por nitrógeno asimilable entre la planta y los microorganismos aparece cuando la relación es alta, en perjuicio de la planta mismo; lo que equivale a decir que el aporte de nutrientes por parte de la materia orgánica es poco eficiente. Cuando la relación es baja, seguramente la materia orgánica da buenos suministros de algunos nutrimentos.

²⁸ C.I.A.O (Centro Internacional de Agricultura Orgánica. Seminario de agricultura alternativa. Sibundoy (Ptyo). 1997. p. 36

²⁹ GOMEZ. Manual técnico de fertilización de cultivos. Microfertisa 2005

³⁰ C.I.A.O (Centro Internacional de Agricultura Orgánica. Seminario de agricultura alternativa. Sibundoy (Ptyo). 1997. p. 36

Relación C/N = $4.11 / 0.31 = 13.26$. Este valor representa la relación alta porque tiene un valor mayor de 12 que indica mineralización lenta, porque existe competencia alta entre la planta y los microorganismos descomponedores.

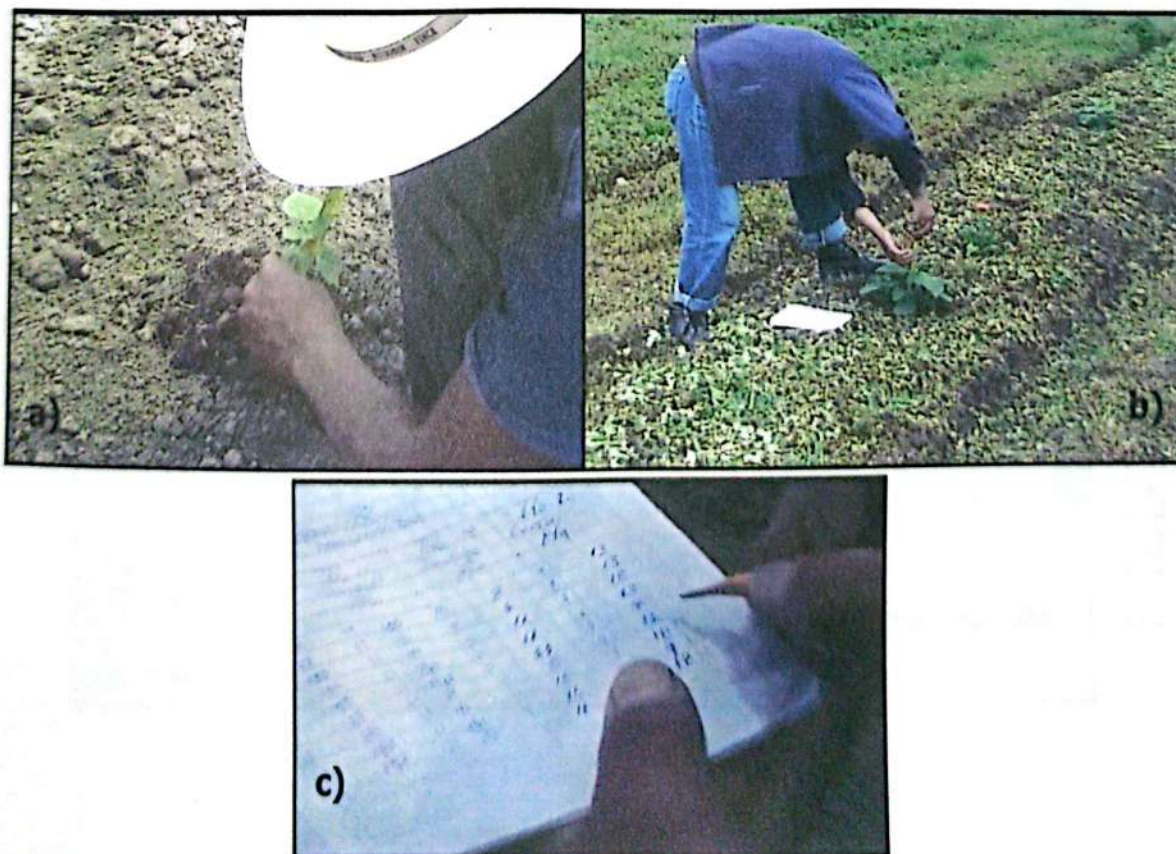
La textura es franco arenosa, donde el mayor contenido es de arena con un 55%, seguido por los limos con 36.8, y con menor cantidad de arcillas con un valor de 8.2%.

Realizado el análisis del suelo se puede determinar que su fertilidad es baja porque en un alto porcentaje los nutrientes se encuentran en niveles medios y bajos.

7.2 ALTURA DE PLANTAS.

En las tablas 5 y 6, se presentan los resultados obtenidos de la altura de las plantas tomados cada 15 días en los diferentes tratamientos y subtratamientos, durante cinco meses y medio a partir del momento del transplante

Figura 13. Tomas de altura en campo. a) Inicial, b) Mes, c) Registros de altura



ALTURA DE PLANTAS A LO LARGO DEL CICLO DEL CULTIVO (cm.) Tomadas Cada 15 Días

BLOQUES	TOMA ALTURA	BLOQUE	TRATAMIENTOS						FECHA		
			TESTIGO		LOMBRÍC		COMPOST			PORQUÍN	
			PROM		PROM		PROM		PROM		
S	1	A	10.3	8.6	14.7	11.6	11.7	8.5	13.1	10.1	23/08/06
		C	6.8		8.6		5.4		7.1		
I	2	A	12.6	10.5	22.0	15.9	15.6	11.8	12.6	11.0	06/09/06
		C	8.5		9.8		8.1		9.5		
N	3	A	14.6	13.0	24.6	19.0	19.3	15.8	16.4	14.9	20/09/06
		C	11.4		13.5		12.4		13.5		
M	4	A	21.6	19.3	29.3	24.4	25.3	21.5	23.6	22.4	4/10/06
		C	17.0		19.5		17.8		21.3		
I	5	A	27.0	26.0	36.0	32.5	34.0	30.5	34.0	31.0	18/10/06
		C	25.0		29.0		27.0		28.0		
C	6	A	35.0	36.0	45.0	43.0	47.0	44.0	48.0	44.0	1/11/06
		C	37.0		41.0		41.0		40.0		
O	7	A	45.0	46.0	56.0	54.5	58.0	54.5	57.0	54.5	15/11/06
		C	47.0		53.0		51.0		52.0		
R	8	A	49.0	50.0	65.0	59.5	69.0	63.5	63.0	60.0	2/12/06
		C	52.0		54.0		58.0		57.0		
I	9	A	68.0	75.0	84.0	81.5	91.0	85.5	77.0	77.0	16/12/06
		C	82.0		79.0		80.0		77.0		
Z	10	A	90.0	87.5	99.0	97.0	89.0	92.0	115.0	121.5	2/01/07
		C	85.0		95.0		95.0		128.0		
A	11	A	105.0	107.0	115.0	117.5	105.0	112.5	122.0	132.0	20/01/07
		C	109.0		120.0		120.0		142.0		
PROM. GENERAL			43.5		50.5		49.1		52.5		

TABLA 5

ALTURA DE PLANTAS A LO LARGO DEL CICLO DEL CULTIVO (cm.)

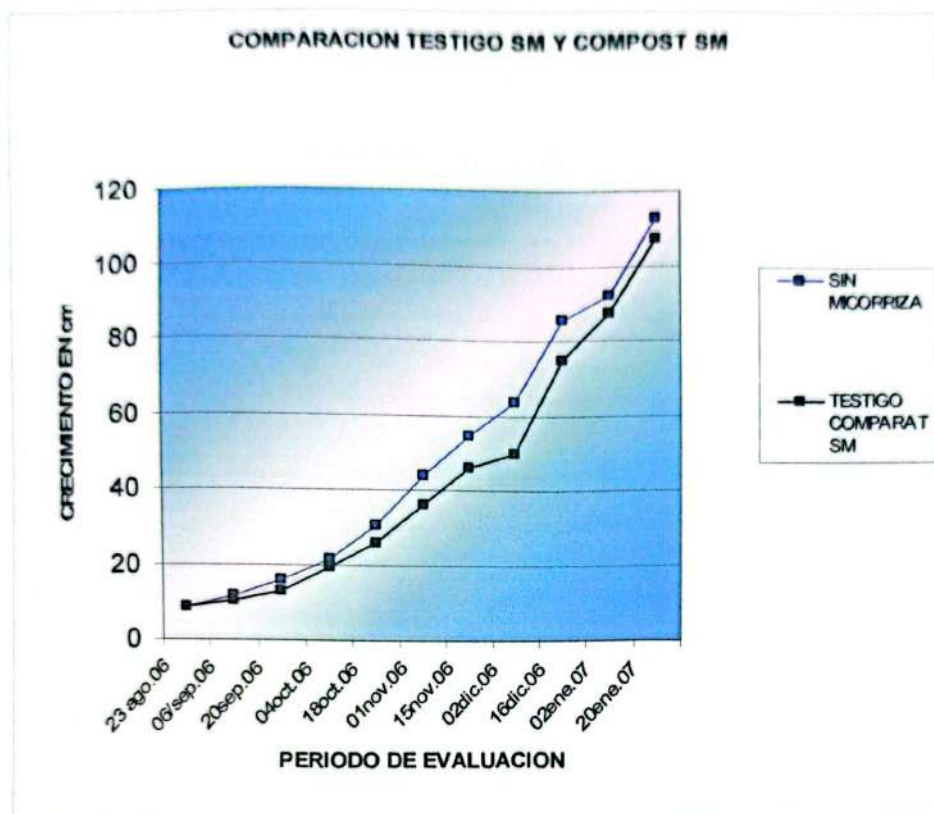
BLOQUES	TOMA ALTURA	BLOQUE	TRATAMIENTOS												FECHA
			TESTIGO			LOMBRIC			COMPOST			PORQUIN			
			PROM			PROM			PROM			PROM			
C O N M I C O Y R R I Z A S	1	B	12.0	10.0	9.4	7.2	8.8	7.4	10.7	9.1	23/08/06				
		D	8.0		5.0		6.1		7.5						
	2	B	20.0	14.5	11.8	11.0	9.3	11.6	11.8	12.7	06/09/06				
		D	9.0		10.2		14.0		13.6						
	3	B	20.5	15.8	16.4	13.1	12.6	13.9	15.7	15.4	20/09/06				
		D	11.0		9.8		15.2		15.2						
	4	B	22.0	19.5	24.0	20.0	16.6	16.9	24.8	24.1	4/10/06				
		D	17.0		16.0		17.3		23.4						
	5	B	26.0	25.0	35.0	28.5	23.0	23.0	33.0	33.0	18/10/06				
		D	24.0		22.0		23.0		33.0						
	6	B	37.0	36.0	48.0	40.5	34.0	32.5	45.0	44.5	1/11/06				
	D	35.0		33.0		31.0		44.0							
7	B	44.0	45.5	58.0	51.5	43.0	42.5	54.0	54.0	15/11/06					
	D	47.0		45.0		42.0		54.0							
8	B	48.0	52.0	63.0	59.0	49.0	50.0	63.0	63.0	2/12/06					
	D	56.0		55.0		51.0		63.0							
9	B	71.0	75.5	82.5	80.7	73.0	74.0	80.0	84.0	16/12/06					
	D	83.0		79.0		75.0		88.0							
10	B	90.0	95.0	99.0	104.5	105.0	112.0	90.0	97.5	02/01/07					
	D	100		110.0		120.0		105.0							
11	B	95.0	100	119.0	122.0	120.0	125.0	125.0	132.5	20/01/07					
	D	105.0		125.0		130.0		140.0							
PROMEDIO GENERAL			44.5	48.9	46.2	51.8									

Fuente: Este estudio

TABLA 6

Figura 14. Relación de crecimiento entre el testigo y los subtratamientos a) compost, b) lombricompost, c) porquinaza sin micorrizas.

a) Compost con micorriza



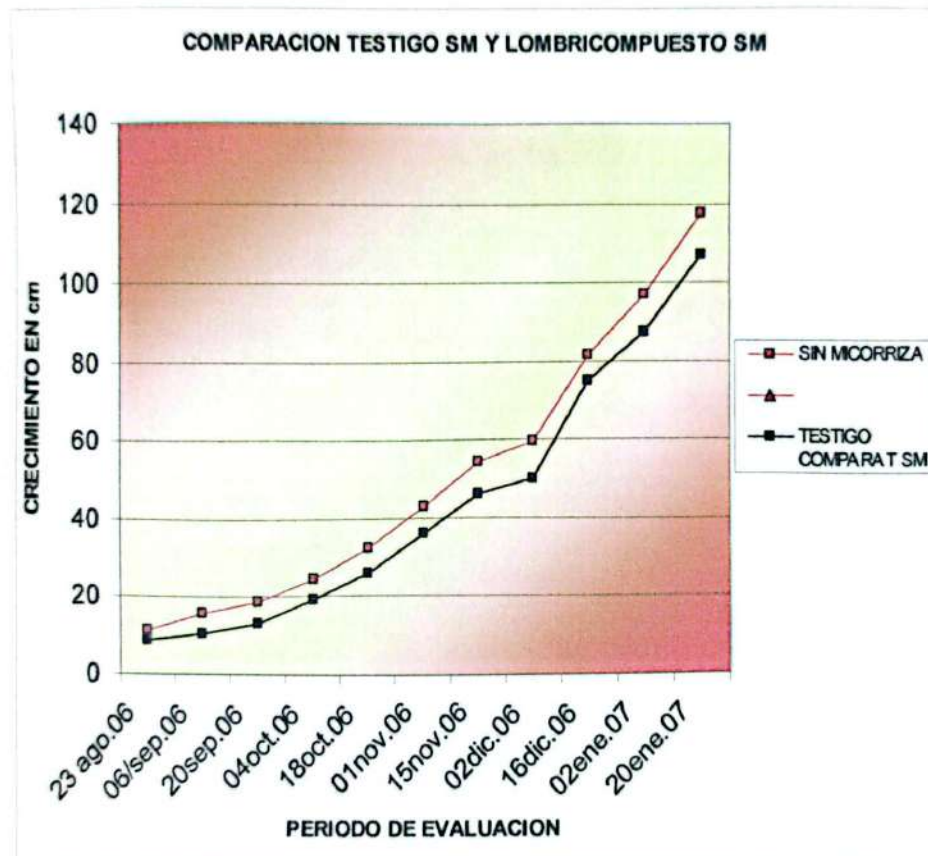
Como se observa en la curva el crecimiento de los dos subtratamientos, en los primeros 20 días no es significativo, a causa de estrés fisiológico ocasionado por el fuerte verano que se presentó desde el mes de agosto hasta el mes de Octubre del año 2006, en el momento del transplante al sitio definitivo, por el bajo contenido de humedad en el suelo, alta temperatura del mismo y por la presencia de plagas como la babosa (*Arion subfuscus*) siendo la plaga que en este periodo pudo ocasionar el mayor daño en los tallos y hojas.

Las malezas principalmente el corazón herido (*Poligonum nepalense*) generaron competencia por nutrientes, ya que tienen gran capacidad de germinación y resistencia por tal motivo las deshierbas fueron más continuas.

El crecimiento de los dos subtratamientos presenta una curva ascendente casi paralela desde el primer día hasta el día 45 aproximadamente, a partir de este día la curva del

tratamiento que se le adiciono compost se distancia del testigo sin compost, y se observa en la semana 16 que el tratamiento sin compostaje fue mas lento por lo cual se observa un distanciamiento mas significativo con respecto a todo el ciclo de evaluación.

b) Lombricomposteo sin micorriza

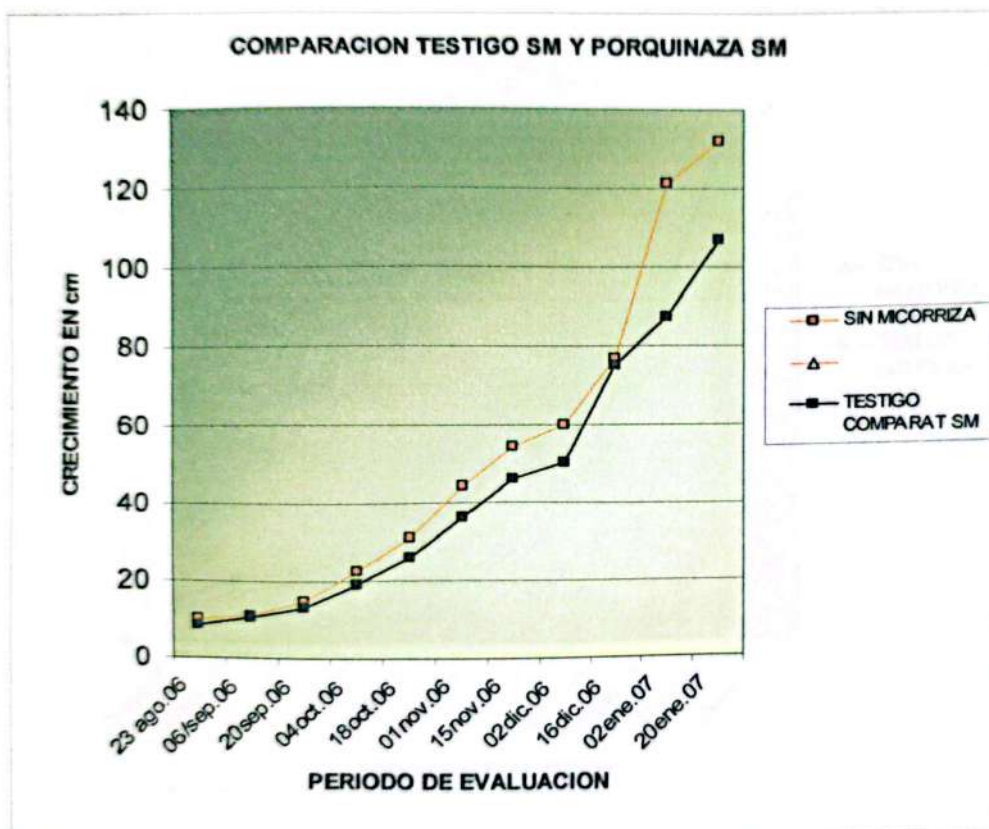


El comportamiento de la curva del crecimiento en comparación del lombricomposteo con el testigo, tiene una igualdad en la dirección con relación a la anterior figura; al inicio el crecimiento es afectado por el estrés ocasionado al momento del transplante a condiciones diferentes que en el semillero.

En la semana 16, los subtratamientos sufren una variación en el comportamiento, por la incidencia de malezas debido a no realizarse oportunamente su control manual determinándose en la figura b. Posteriormente de realizarse las actividades de deshierba se aplicaron compuestos orgánicos para control de plagas.

Esto causó que el comportamiento de la curva se normalice, siempre el compost tiene una diferencia porque contiene los nutrientes necesarios que la planta utiliza para su normal desarrollo.

c) Porquinaza sin micorriza.

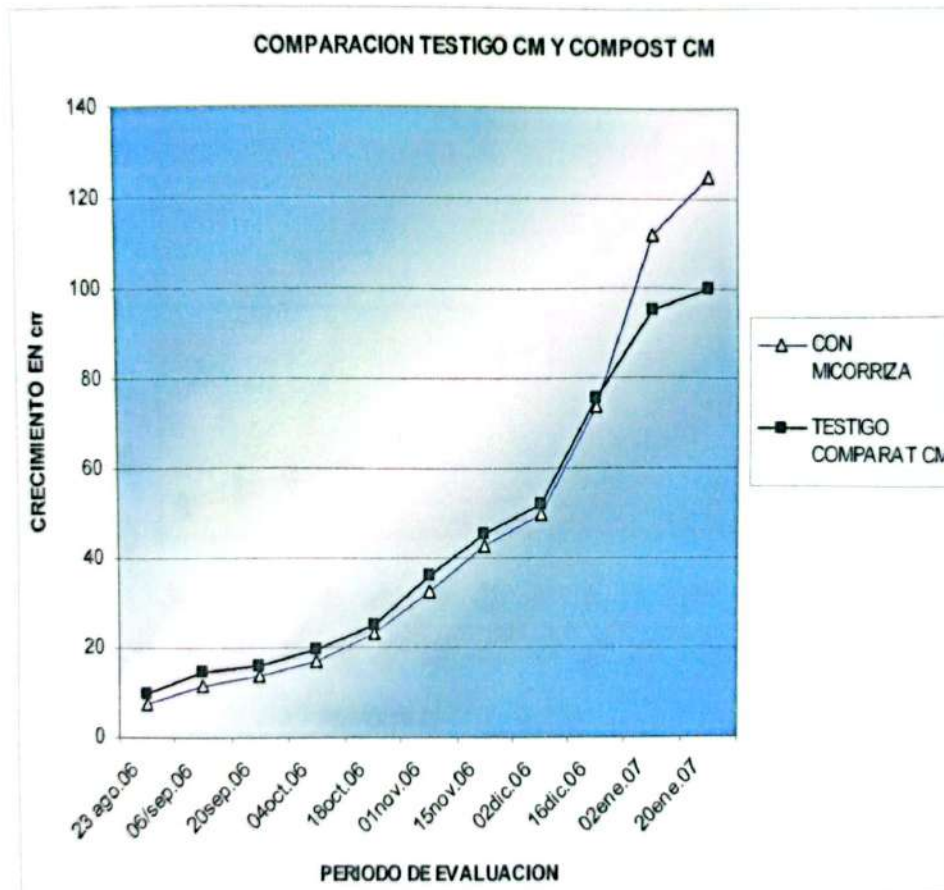


La comparación de la tendencia en la curva de este tratamiento siempre va a ser ascendente, en los 45 días las condiciones iniciales se relacionan entre los subtratamientos.

Este abono por poseer mejor contenido nutricional, no sufrió diferencia o pérdida de crecimiento en el momento donde se presentó mayor incidencia de malezas sin presentarse competencia nutricional, hasta el punto en donde el crecimiento del subtratamiento con porquinaza aumento en mayor diferencia que el testigo después de realizar los manejos de deshierba, fertilización y aporque.

Figura 15. Relación de crecimiento entre el testigo y los subtratamientos a) compost, b) lombricompost, c) porquinaza en los tratamientos con micorrizas.

a) Compost con micorriza



El comportamiento de la curva de crecimiento es de forma ascendente semejante al tratamiento sin micorriza. Se observa en la figura que existe una diferencia mayor del testigo frente al compost con micorrizas, causada por la influencia de la elevada temperatura en el suelo y por el exceso de radiación solar; debido a que la micorriza es un hongo y necesita de humedad adecuada para realizar la colonización de las raíces.

La efectividad de la micorriza es determinada claramente en el tratamiento con compost en la época de diciembre hasta enero, después del manejo manual de malezas, fertilización, aporque y la precipitación aisladamente causó la activación de los hongos después de un periodo de dormancia (quietud o dismunición de actividad reproductiva).

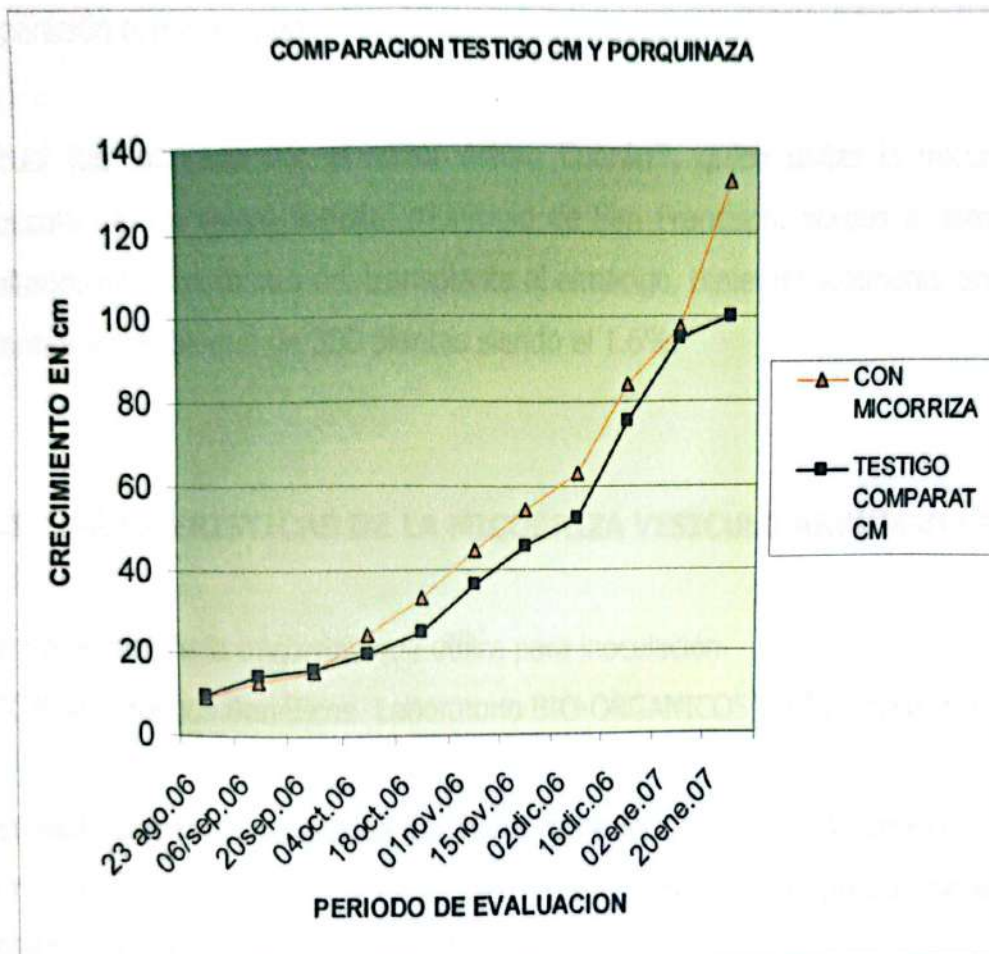
c) Lombricomposteo



La etapa inicial de crecimiento en los subtratamientos lombricomposteo, porquiza fue similar a causa de los factores ambientales ya mencionados. En este caso el lombricomposteo aproximadamente al segundo mes, fue menor en comparación al testigo con micorriza, determinándose que el hongo garantizó mayor resistencia al periodo de baja cantidad de humedad en el suelo.

La planta en el lombricomposteo mas la actividad de las micorrizas encontró el contenido necesario de minerales que satisficieron la necesidad nutricional después de haber pasado por un periodo de sequía, posteriormente el resultado fue una igualdad o equilibrio en el crecimiento de las plantas en los dos subtratamientos.

d) Porquinaza con micorriza



El comportamiento de crecimiento en esta curva es más significativo, porque en esta etapa la efectividad de las micorrizas mas el mayor contenido de nutrientes de este abono con respecto al compost y el lombricompost fue eficiente para que las plantas satisfagan sus necesidades nutricionales y de almacenamiento de nutrientes para los estadios de floración y fructificación donde aumenta su metabolismo.

La micorriza si actuó en los tratamientos, porque las plantas presentaron mejores características fenotípicas, vigorosidad (tamaño de hojas, grosor de tallo, mayor producción vegetativa), color, prevención del aborto floral, caída de frutos y resistencia a factores ambientales adversos.

El anterior análisis se realizó teniendo en cuenta la descripción de la micorriza utilizada para la inoculación de los subtratamientos compost, porquinaza, lombricompost para comparación con el testigo.

La cual fue facilitada por el señor Arturo Cuarán³¹, quien utiliza la micorriza vesículo arbuscular en un vivero forestal municipio de San Francisco, porque a obtenido buenos resultados en el momento del trasplante al almácigo, teniendo solamente una pérdida de 5 plantas en un bloque de 300 plantas siendo el 1.6%.

7.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MICORRIZA VESICULO ARBUSCULAR

Casa comercial de la micorriza que utiliza para inoculación.

MYCORRAL Hongos Benéficos. Laboratorio BIO-ORGANICOS S.A.³². (Anexo 5.)

Composición: Está compuesta por tierra, enriquecida por varias especies de micorrizas altamente eficaces, de los géneros glomusacaulospora y entrephosphora en forma de muchas esporas, Hifas y trozos de raicillas.

Acción: Las micorrizas VA (vesicular-arbuscular) penetra por un lado en la corteza de las raíces en forma inter-e-intracelular y por el otro incrementan decisivamente el enraizamiento y la penetración del suelo y por lo tanto el volumen del suelo explorado por las raíces. Las hifas conducen agua, macro y micro elementos, especialmente el fósforo a la planta.

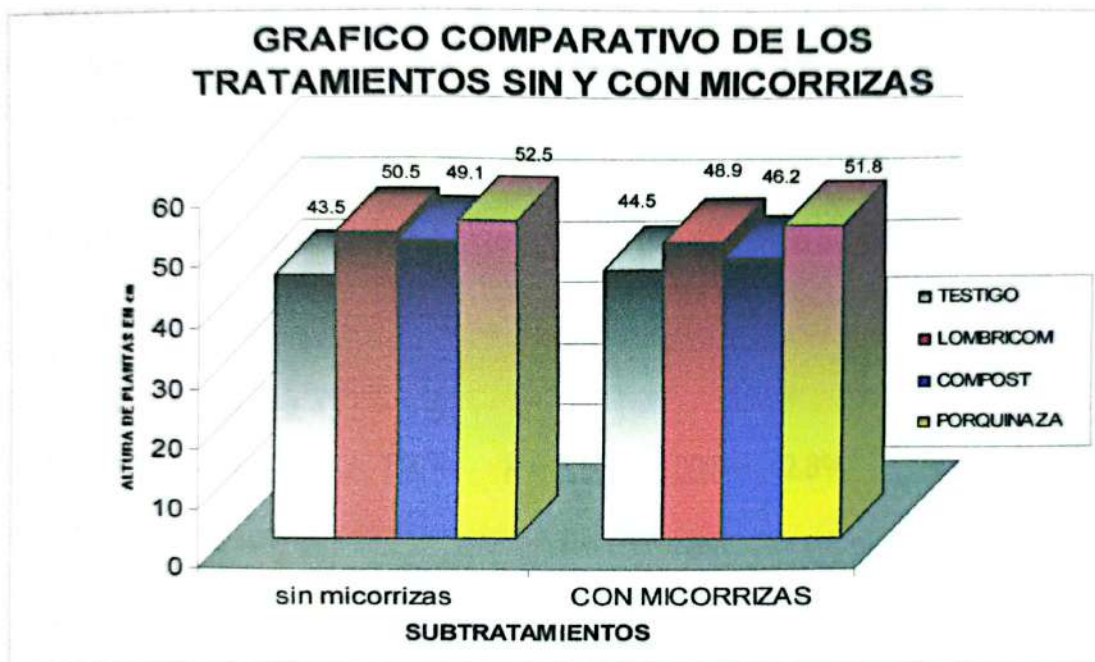
Efectos: Mayor suministro de nutrientes, mayor capacidad de absorción de agua y por lo tanto mayor resistencia de la planta a la sequía, mayor absorción de los fertilizantes consecuentemente se puede disminuir su aplicación hasta la mitad de por vida de la planta, convierte los elementos fijados en el suelo en sustancias solubles, para que la raíz la pueda absorber como: El fósforo (P), zinc (Zn), boro (B) y otros; mayor resistencia a

³¹ CUARAN, A. Entrevista 2007.

³² MYCORRAL, hongos benéficos, laboratorio. BIO-ORGANICAL S.A. Planta Girardota. Tel. 2895858

Figura 17. Valores comparativos entre el crecimiento en altura de plantas, de los tratamientos con micorrizas y sin micorrizas y los subtratamientos abonos orgánicos mas el testigo cm.

BLOQUE	TESTIGO	LOMBRIC.	COMPOST	PORQUIN.
SIN MICORRIZAS	43.5	50.5	49.1	52.5
CON MICORRIZAS	44.5	48.9	46.2	51.8



Fuente: este estudio

Si analizamos la figura 17 donde se incluyen los promedios finales de crecimiento entre los tratamientos con inoculación y sin inóculo, en los cuales se ubican los subtratamientos (compost, lombricompost, porquinaza), con estos podemos determinar mediante el comportamiento de la altura de planta en el transcurso del ciclo del cultivo, evaluado cada 15 días utilizando los promedios totales de cada uno de ellos con el testigo; al que se tomó como parámetro fundamental de comparación y así obtener el porcentaje de diferencia en el crecimiento y el efecto de la micorriza.

Diferencia porcentual de crecimiento de los subtratamiento lombricompuesto, compost, porquinaza con relación al testigo (Sin micorrizas).

- Lombricompuesto.

Con base en la diferencia de los promedios totales de la tabla 5. Se calcula la diferencia. Lomb. 50.5 – Test.43.5 = 7

El lombricompuesto tiene 7cm de diferencia de altura que el tratamiento testigo

La relación es de la siguiente forma.

$$\begin{array}{ccc} 43.5\text{cm} & \longrightarrow & 100\% \\ 7\text{cm} & & X \end{array} \quad X = \frac{7\text{cm} \times 100\%}{43.5\text{cm}} = 16.1\%$$

El lombricompuesto con relación al testigo tiene una diferencia de altura del 16.1%

- Compost.

Compost 49.1 – Test 43.5 = 5.6

$$\begin{array}{ccc} 43.5\text{cm} & \longrightarrow & 100\% \\ 5.6 & & X \end{array} \quad X = \frac{5.6\text{cm} \times 100\%}{43.5} = 12.8\%$$

El compost con relación al testigo tiene una diferencia de altura del 12.8%

- Porquinaza.

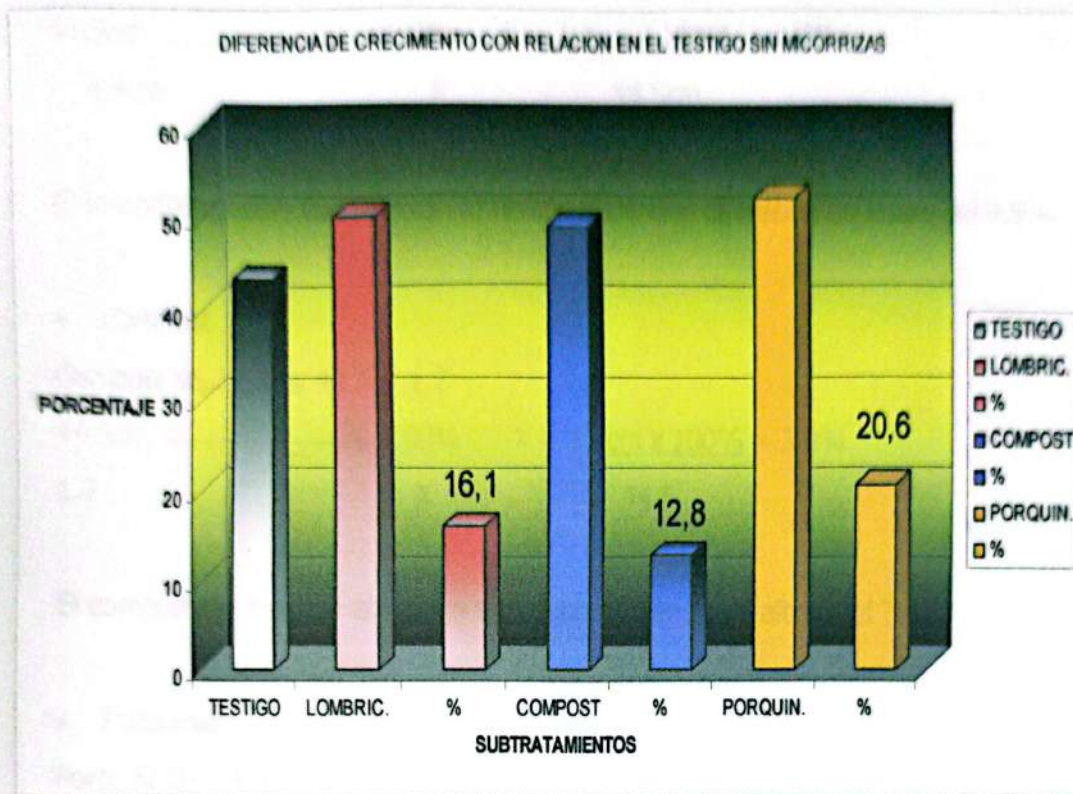
Porq. 52.5 – 43.5 = 9

$$\begin{array}{ccc} 43.5\text{cm} & \longrightarrow & 100\% \\ 9 & & X \end{array} \quad X = \frac{9\text{cm} \times 100\%}{43.5} = 20.6\%$$

La porquinaza con respecto al testigo tuvo un crecimiento de 20.6%.

El testigo (sin micorriza) en este tratamiento nos permite determinar el crecimiento de la planta, estando influido por las características nutricionales de cada abono orgánico, concluyendo así que la porquinaza obtuvo una diferencia del 4.5% comparado con el lombricompuesto y de 7.8% con el compost.

Figura 18. Diferencia porcentual de crecimiento con respecto al testigo tratamiento sin micorrizas.



Para el cálculo porcentual en este tratamiento, se tomó como base el 100% del promedio total del subtratamiento testigo y la diferencia con los subtratamientos compost, lombricompost y porquinaza. Como se presenta en los ejercicios anteriores.

Diferencia porcentual de crecimiento de los subtratamiento lombricompost, compost, porquinaza con relación al testigo (Con micorrizas).

La base de comparación es el testigo con micorriza

- Lombricompost.

Con base en la diferencia de los promedios totales de la tabla 5. Se calcula la diferencia. Lomb. $48,9 - 44,5 = 4,4$

El lombricomposto tiene 7cm de diferencia de altura que el tratamiento testigo
La relación es de la siguiente forma.

$$\begin{array}{ccc} 44.5\text{cm} & \longrightarrow & 100\% \\ 4.4\text{cm} & & X \end{array} \quad X = \frac{4.4\text{cm} \times 100\%}{44.5\text{cm}} = 9.8\%$$

El lombricomposto con relación al testigo tiene una diferencia de altura del 9.8%

- Compost.

$$\text{Compost } 46.2 - \text{Test } 44.5 = 1.7$$

$$\begin{array}{ccc} 44.5\text{cm} & \longrightarrow & 100\% \\ 1.7 & & X \end{array} \quad X = \frac{1.7\text{cm} \times 100\%}{44.5} = 3.8\%$$

El compost con relación al testigo tiene una diferencia de altura del 3.8%

- Porquinaza.

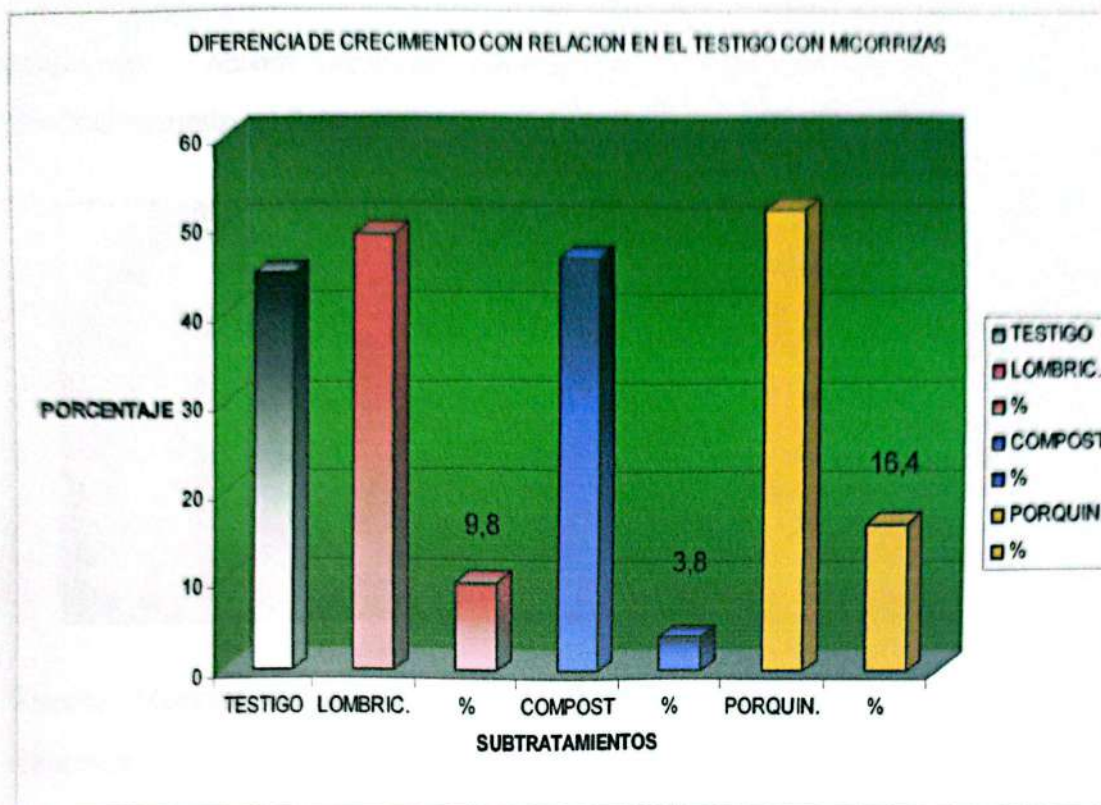
$$\text{Porq. } 51.8 - 44.5 = 7.3$$

$$\begin{array}{ccc} 44.5\text{cm} & \longrightarrow & 100\% \\ 7.3 & & X \end{array} \quad X = \frac{7.3\text{cm} \times 100\%}{44.5} = 16.4\%$$

La porquinaza con respecto al testigo tuvo un crecimiento de 16.4%.

Este abono, con la micorriza obtuvo el valor más alto en relación con el lombricomposto y el compost, en el crecimiento de las plantas. Al comparar el testigo con micorriza y el lombricomposto se obtuvo una diferencia de 6.6% y con el subtratamiento compost de 12.6%.

Figura 19. Diferencia porcentual de crecimiento con respecto al testigo tratamiento sin micorrizas.



En los dos tratamientos el abono que mejor resultado en cuanto al crecimiento produjo, es la porquinaza; de acuerdo con los análisis realizados, el contenido de materia orgánica es mayor, junto con elementos como magnesio, calcio, fósforo, zinc y cobre, (Ver tabla 7) esto permite que las plantas puedan suplir sus necesidades nutricionales para sus procesos fisiológicos fundamentales (absorción de nutrientes, crecimiento, fructificación, desarrollo de raíces entre otros).

Esta respuesta se debió a que como lo afirma Sánchez³³ el suministro y la transferencia de fotosintatos (carbohidratos) de la planta al hongo y de nutrientes minerales de este a ella, constituyen la base del funcionamiento y de los efectos de esta simbiosis.

El mejoramiento en el crecimiento es respuesta a la micorrización, está estrechamente ligado con el intercambio bidireccional de calcio y fósforo en los simbiotantes (hongo-

³³ SANCHEZ, M. Agricultura ecológica. En: Enciclopedia Terranova. Bogotá. 2004. p. 204

lombricompost, compost, y porquinaza los cuales tienen un efecto positivo en el crecimiento de las plantas.

Figura 21. Abonos orgánicos utilizados como subtratamientos. a) Compost. b) lombricompost, c) Porquinaza



Fuente: Muestras obtenidas de la Reserva Casa Loma de propiedad del Señor Euler Guerrero.

Según el CIAO³⁵ la aplicación de materia orgánica suministra:

- Sustancias intermedias producidas por la descomposición que pueden ser absorbidas por las plantas y que contribuyen a su buen desarrollo
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC) y que se refleja en mayor absorción de nutrientes.
- Contribuye a lograr un equilibrio y balance de nutrientes, factor que influye en su disponibilidad para las plantas, tanto o más que la sola existencia de ellos en el suelo en cantidades aprovechables.
- Sustancias agregantes del suelo, haciéndolo grumoso, con bioestructura estable.

³⁵ CIAO, Op cit., p. 12,13

planta), el cual a su vez es influenciado en forma directa por los genotipos de los hongos, la planta y por el medio ambiente.

Figura 20. Inoculación de los abonos al momento del transplante bloques B y D.

a) Aplicación del sustrato con micorriza, b) Abono más inóculo, c) siembra



Además Martínez M. M³⁴ afirma que las micorrizas son hongos habitantes normales del suelo, que han mostrado efectos muy importantes y que su acción radica en el poder simbiótico solo con algunas plantas dependiendo del tipo de micorrizas, ya que existen aproximadamente más 20 especies en el suelo.

Se puede plantear que los beneficios de la inoculación temprana con hongos formadores de micorriza repercuten en una reducción del aporte de fertilizantes y fitosanitarios, un ahorro del suministro del agua, un mayor crecimiento y producción de las plantas, una mayor supervivencia a las condiciones de estrés y un mejor aprovechamiento de los suelos.

Al comparar los resultados de crecimiento en los tratamientos con inoculó y sin inóculo. Se aplicó los tres abonos orgánicos figura 21 no existió diferencia significativa a lo largo del crecimiento de las plantas; debido a que estas, indiferentemente a la aplicación del inóculo o no en los sitios donde se establecieron; se aplicaron los abono orgánico como

³⁴ MARTINEZ, M. M. Agricultura biológica. Bogotá: Unisur. 1995. p .143

En este sentido Martínez M. M.³⁶ afirma que los abonos orgánicos son una de las principales formas de aportar nutrientes al suelo, que incluyen macro y micro nutrientes, mejoradores de pH, hormonas de crecimiento, microorganismos benéficos, y que pueden ser fuente de riqueza nutritiva para las plantas.

Los valores encontrados del crecimiento de las plantas aplicando abonos orgánicos, fue de la siguiente forma:

Con la aplicación de porquinaza se obtuvieron valores promedios mas altos en relación al crecimiento con 53cm y 52cm, seguido por el humus de lombriz con valores de 51 y 49cm y finalmente el compost con valores de crecimiento de 49cm y 46cm, resultados que al revisar los análisis de los abonos (ver tabla 7) utilizados nos corroboran que el abono que mayor contenido de nitrógeno tiene es la porquinaza (2.23 %), seguido por el lombricompost (1.6 %) y finalmente el compost (1.15 %);

Lo anterior concuerda principalmente con lo reportado por Villalbí y Vidal³⁷. Donde afirma que el nitrógeno es fundamental en la materia vegetal, ya que es un constituyente básico de las proteínas, ácidos nucleicos, y la clorofila, permite el desarrollo de la actividad vegetativa de la planta causando alargamiento de los troncos y brotes, también del aumento de la producción de follaje y frutos; más del 95 % del N esta en forma de materia orgánica.

³⁶ MARTINEZ, M. M. Op. cit., 144

³⁷ VILLALBÍ, I. y VIDAL, M. Análisis de suelos y foliares: interpretación y fertilización. Monografías de la obra agrícola de la fundación Caja de Pensiones. Barcelona. p. 201

Tabla 7. Resultados del análisis químico porcentual, componentes de muestras de abonos orgánicos, Sitio de muestreo: Sibundoy-vereda versalles-Instituto Tecnológico-Putumayo

Parámetro	Resultados		
	M1 Lombric.	M2 Porquinaza	M3 Compost
pH	7.48	7.83	5.73
Densidad g/cc	1.76	1.72	1.92
Humedad %	37.9	41.3	39.5
Cenizas %	64.8	64.6	48.2
Nitrógeno %	1.6	2.23	1.15
Carbono Orgánico Total % (COOT)	21.7	20.0	14.5
Materia orgánica % (Ignición)	35.2	35.4	51.7
Relación Carbono/Nitrógeno	13.6	9.0	12.6
Potasio %	14.4	16.8	25.2
Hierro %	16.7	11.3	14.7
Cobre ppm	40	44	24
Manganeso ppm	340	328	532
Zinc ppm	184	196	100
Fósforo Total %	0.76	0.86	0.25
Calcio %	0.15	0.36	0.02
Magnesio %	0.43	0.48	0.26

Fuente: Laboratorio de Química

Según Duarte³⁸ a través del tiempo se fueron estableciendo relaciones y asociaciones entre las raíces de las plantas y ciertos microorganismos con el fin de mejorar la disponibilidad de fósforo, entre ellas encontramos la asociación simbiótica con hongos de micorrizas.

El contenido de fósforo en los análisis se presenta de la siguiente manera:

El mayor contenido lo presenta la porquinaza con un valor de 0.86 %, continúa el lombricompost con 0.15 y el compost con un contenido de 0.02 %.

³⁸ DUARTE RESTREPO, B.

según estudios de Orjuela Burbano H³⁹, este elemento es componente de todas las enzimas involucradas en el transporte de energía, la fotosíntesis, participa en forma imprescindible en los procesos de crecimiento desarrollo y multiplicación, se le atribuye algunos efectos como desarrollo rápido y vigoroso de las plantas jóvenes, aceleración de la floración y fructificación.

En lo referente al potasio los resultados fueron diferentes; el compost tiene un contenido de 25,2%, la porquinaza 16.8%, y el lombricompost con un valor de 14.4%.

Este nutriente presentó un valor mayor en el compost debido a que en su elaboración tiene como agregados caña de maíz quemada (ceniza), la cual en su proceso de lignificación contiene un alto grado de potasio (k) y otros microelementos. El lombricompost y la porquinaza son elaborados con procesos más controlados.

En la entrevista al señor Euler Guerrero⁴⁰ propietario de la reserva natural Casa Loma donde produce abonos a partir del cultivo de lombriz roja californiana y de la crianza de cerdos, en un sistema de cama profunda, confinando los animales en un corral, donde al piso se le adiciona cobertura vegetal seca (cama), allí son depositados todos los excrementos líquidos y sólidos, sin realizar ningún tipo de lavado.

La cama actúa como receptor de la humedad; a medida que esta se va humedeciendo se adiciona otra nueva capa de forraje semiseco o seco, los animales se encargan de realizar el volteo; en este proceso no se producen olores desagradables.

Finalizando el proceso de crianza se sacan del corral todos los residuos ya descompuestos a un lugar donde se termina este proceso hasta que se enfríe.

La humedad es controlada de forma manual hasta que se encuentre en capacidad de campo, simplemente es determinada al coger un puñado del material descompuesto y se

³⁹ BURBANO ORJUELA, H. Op. cit. p. 141

⁴⁰ GUERRERO, Euler. Propietario reserva natural Casa Loma, afiliada a la red de reservas del Nudo Quindicocha.

aprieta con fuerza, es ideal cuando no escurre agua por la mano; para completar el proceso de la porquinaza se muele y zarandea para utilizarse como abono orgánico.

El contenido de P en el lombricompost es menor porque en el proceso de mineralización hecho por el tracto digestivo de la lombriz se pierde, y no se aplica en el proceso potasio.

Finalmente en los parámetros evaluados la porquinaza obtuvo un mayor número de nutrientes con valores superiores a los otros abonos aplicados, a continuación se relacionan nitrógeno (2.23%), cobre (44 p.p.m), zinc (196), fósforo (0.86 %), calcio (0.36 %), magnesio (0.48%), que repercuten directamente en el crecimiento de las plantas. obtenido en este subtratamiento.

7.3 DESARROLLO RADICULAR

En la tabla 8, se presenta las medidas del crecimiento de forma horizontal en las raíces. Al finalizar todo el proceso de evaluación se tomó una planta por subtratamiento de forma muy cuidadosa, se retiró el suelo al cual se anclaban, se midió la extensión horizontal y profundización radical por cada tratamiento y subtratamiento, después teniendo la precaución de no fragmentar las raíces se halo la planta para realizar su correspondiente medición.

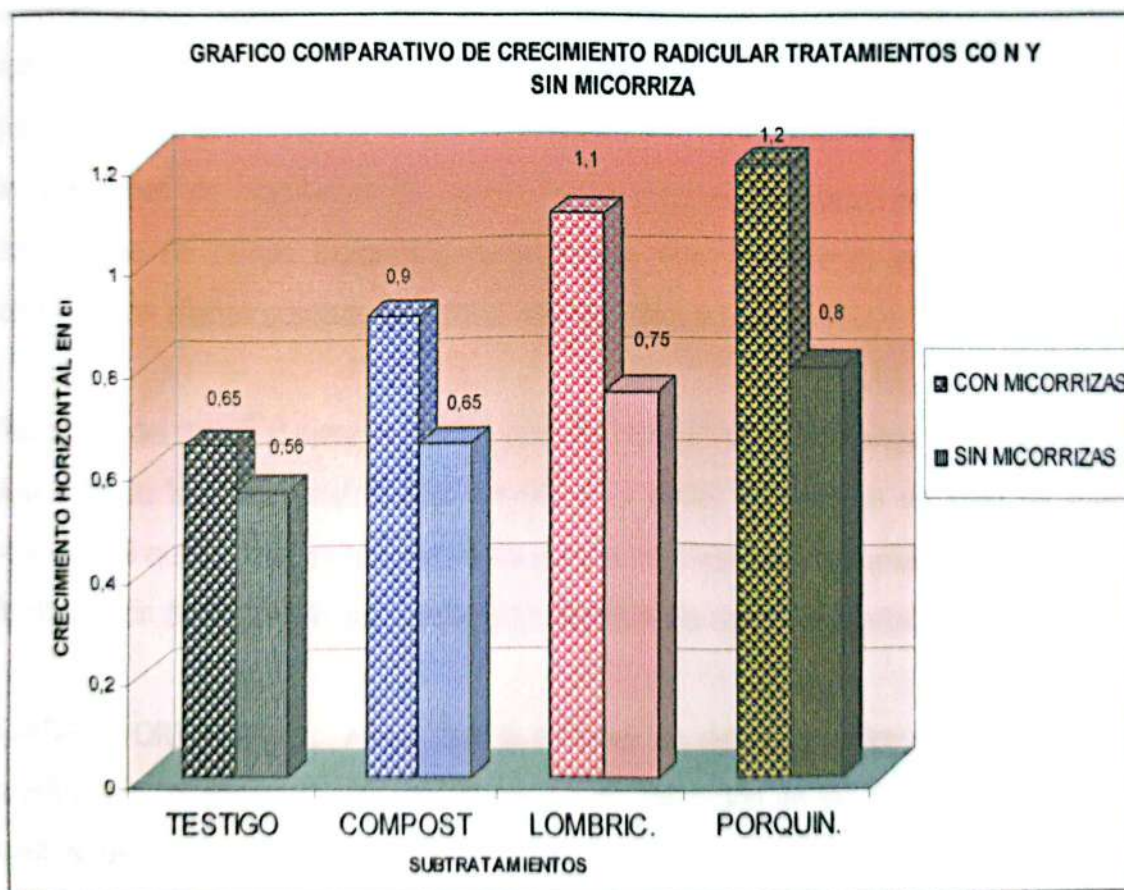
Tabla 8. Evaluación del efecto de las micorrizas y la aplicación de tres abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo radicular en el cultivo de uchuva (*physalis peruviana*) tomada en metros

	BLOQUE B CON MICORRIZA				BLOQUE C SIN MICORRIZA			
	TESTIG	COMPOST	LOMBR	PORQUI	TESTIGO	COMPOST	LOMBR	PORQ.
EXTENSIÓN HORIZONTAL (m)	0.65	0.90	1.10	1.20	0.56	0.65	0.83	0.80
LONGITUD (m)	0.30	0.30	0.32	0.25	0.22	0.30	0.30	0.23

7.3.1 Extensión horizontal de las raíces

En la tabla 8, se observan los valores obtenidos de la extensión horizontal de las raíces en los diferentes tratamientos y subtratamientos, los resultados muestran que existen diferencias entre las que se inocularon con micorriza y las que no; se obtuvo una diferencia de 0.15m entre los tratamientos testigo, compost y lombricompuesto en la porquinaza es mayor que los anteriores. Si comparamos los demás subtratamientos se determina que existe mayor crecimiento horizontal en las raíces que se inocularon, y el comportamiento fue de la siguiente manera:

Figura 22. Crecimiento radicular tratamientos con y sin micorrizas.



Fuente: este estudio

Testigo	$0.65\text{m Con micorriza} - 0.50\text{m Sin micorriza} = 0.15\text{m (Diferencia)}$
Compost	$0.90\text{ m Con micorriza} - 0.65\text{m Sin micorriza} = 0.25\text{m (Diferencia)}$
Lombricompuesto	$1.10\text{m Con micorriza} - 0.75\text{m Sin micorriza} = 0.35\text{m (Diferencia)}$
Porquinaza	$1.20\text{m Con micorriza} - 0.80\text{m Sin micorriza} = 0.4\text{m (Diferencia)}$

El efecto positivo, pudo deberse entre otros factores a que como afirma Martínez M. M⁴¹, Las 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.

Al respecto Mackie F y Esquivel R⁴². plantea, los hongos micorríticos viven en asociación simbiótica con la mayoría de raíces de las plantas, estimulando la mayor ramificación del sistema radicular y disolviendo los elementos minerales insolubles en el suelo; mayor absorción de estos elementos especialmente fósforo, y permite disminuir el empleo de fertilizantes químicos, reduciendo los costos de instalación de un cultivo determinado, en la investigación realizada por ellos se concluyó que todos los tratamientos inoculados, superaron claramente al tratamiento testigo que no recibió inoculación ni fertilización, lo que demuestra la importancia de estos dos parámetros, estos autores evaluaron el efecto de tres tipos de inoculantes de hongos micorríticos en el crecimiento del maíz; en condiciones de campo lograron determinar que este tratamiento genera un efecto benéfico con efectos positivos en cultivos de maíz, trigo y papa.

Micorrizas del Valle⁴⁰ 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 ORJUELA⁴¹, H. Afirma que la colonización del hongo micorrítico induce a la ramificación, el engrosamiento y/o el cambio de coloración en las raíces. Al realizar el análisis de la respuesta de los abonos orgánicos en el crecimiento horizontal de este órgano vegetal, se obtuvieron diferencias significativas, en donde el mayor crecimiento horizontal fue con la aplicación de porquinaza, con valores de 0.80m cuando no se inoculó y de 1.20 con inóculo, seguido por el humus de lombriz con 0.75m sin inocular y 1.10

⁴¹ MARTINEZ, M. M. Op. cit., p. 14, 39

⁴² MACKIE F & ESQUIVEL

⁴⁰ MICORRIZAS DEL VALLE, Guía Manihotina MVA-T87 (Micorriza vecículo arbuscular). Tulúa (Valle)

⁴¹ BURBANO ORJUELA, H. Op. cit. p. 142

inoculado; finalmente el menor crecimiento fue con la aplicación de compost con valores de 0.65m sin inoculación y 0.90m.

Los resultados muestran un comportamiento diferencial entre las clases de abonos aplicados, cuyo efecto se debe posiblemente al contenido nutricional evaluado en los análisis realizados en el laboratorio químico de la UDENAR.

Como podemos observar en la tabla 7 la porquinaza es el abono que contiene una diferencia significativa en el contenido nutricional, seguido por el lombricompost, y finalmente el compost, estos abonos superan al subtratamiento testigo.

El CIAO⁴² plantea que un abono orgánico adecuadamente preparado permite un buen desarrollo de raíces, según Burbano Orjuela⁴³ los abonos orgánicos en general pueden ser utilizados para suministrar muchos de los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas de acuerdo a sus necesidades fisiológicas teniendo en cuenta la influencia de otros factores medio ambientales que influye en el lixiviado y la pérdida de los componentes inorgánicos que poseen.

Gomero y Velásquez⁴⁴, los abonos orgánicos no solo aportan al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Así mismo aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de la planta.

Lo anterior y los resultados de la presente investigación atestiguan la importancia de la investigación de micorrizas lo que conlleva a un aumento del radio de alcance radicular, teniendo la posibilidad de explorar mayores áreas para la extracción de nutrientes lo que finalmente se refleja en la productividad.

⁴² CIAO, Op. cit., p. 20

⁴³ BURBANO ORJUELA, H. *Ibíd.* p. 398

⁴⁴ GOMERO, V. Conceptos experiencias y técnicas. En: Manejo ecológico de suelos. RAAA. Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos. p. 167

7.3.2 Longitud de las raíces

Si volvemos a la tabla 8 podemos ver los valores del crecimiento en el sistema radicular en forma longitudinal, los resultados obtenidos en el testigo no micorrizado fueron:

Figura 23. Extracción de plántulas para evaluación de longitud de raíces. a) Retiro de la capa superficial de suelo, b) Raíz semidescubierta, c) medición de raíces.



Longitud de raíz 0.22m y al que se le aplicó 0.30m, lo que representa 0.08m (8cm) de crecimiento mayor en el tratamiento inoculado, para estos resultados obtenidos nos fundamentamos según Sanchez⁴⁵, existe un incremento de la rizosfera, destacándose

⁴⁵ SANCHEZ, P. M. Op. cit. p. 288

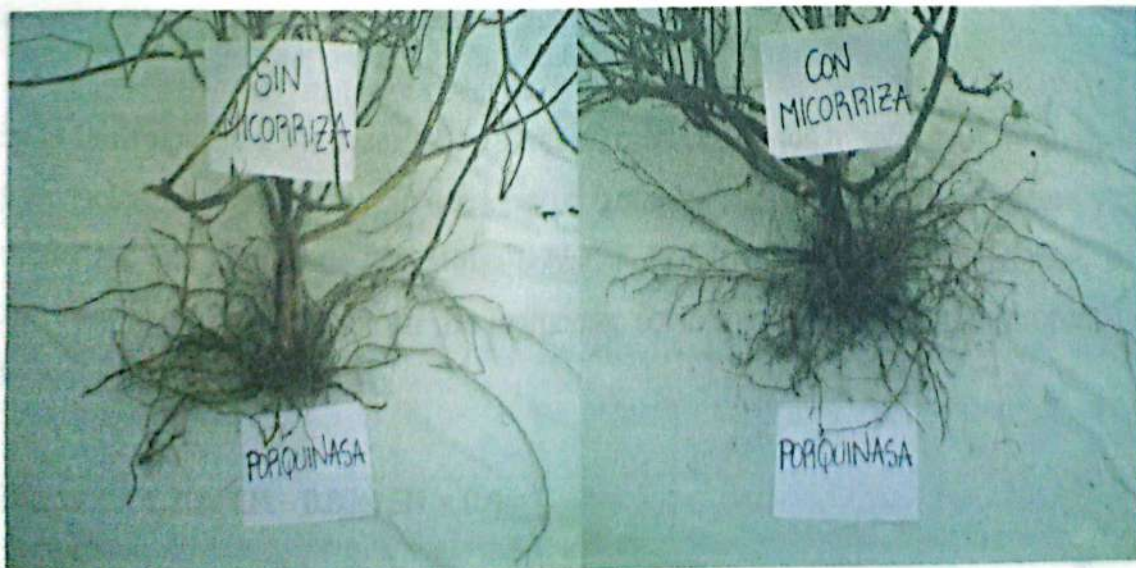
como uno de los cambios más importantes cuando se establece micorrizas, es el que ocurre en la interfase raíz-suelo, debido a que el micelio extra-radical prolifera en el suelo más que los pelos radicales.

La zona ocupada por las hifas externas se ha denominado microrrizofera. Al realizar una comparación del crecimiento longitudinal de las raíces cuando se aplicaron los tres tipos de abonos orgánicos, no existió diferencia significativa entre los inoculados y no inoculados.

Según Gliessmas⁴⁶, 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.

Pero es importante tener en cuenta las características físico-químicas y estructurales que influyen directamente en la absorción, penetración de raíces, garantizando la disponibilidad de los elementos esenciales para la planta.

Figura 24. Sistemas radicales de *Physalis peruviana* tratamientos porquinaza con y sin micorriza.



⁴⁶ GLIESSMAN, S. R. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. En: Agroecología. p. 125

En esta figura podemos comparar la diferencia en el crecimiento de las raíces; la mayor medida la obtuvieron las raíces secundarias y terciarias, por la acción de las micorrizas. Resaltándose mayor cantidad de vellos radicales que son los encargados de la absorción de nutrientes dentro del suelo.

La profundidad no es significativa es casi superficial, en este parámetro solamente alcanzó un anclaje promedio de 0.30m, la altura a nivel de las eras mas 0.10m de profundidad en el suelo, a causa de la superficialidad en la capa arable; podemos concluir la relación, a mayor profundidad de la capa arable mayor disponibilidad de nutrientes, mayor anclaje y desarrollo fisiológico.

En el subtratamiento porquinaza, la planta presenta raíces secundarias delgadas y largas, por tal motivo el anclaje fue superficial no ideal, siendo respuesta a las condiciones que las raíces estaban sometidas en el suelo, a obstrucción del movimiento interno de la raíz, como consecuencia, pueden ser afectadas por el volteo en presencia de vientos fuertes, golpeteo de la lluvia y al momento del manejo pueden ser muy frágiles

Sus raíces son más pequeñas y presentan síntomas de deficiencias o de intoxicación debido a que en su parte externa tienen coloraciones oscuras y una especie de escarcha de color marrón, síntomas de exceso de aluminio.

En la tabla numero 8 observamos los valores de cada uno de los tratamientos, al comparar la porquinaza sin micorrizas con una longitud 0.80m son largas y en menor número y con micorrizas una longitud de 1.20m mas pobladas de raíces secundarias y terciarias, pero continua el problema de que no son profundas, solamente han adquirido la profundidad de los aporques sobre el suelo.

Diferencia 1.20m CM – 0.80m SM = 0.4m

Figura 25. Sistemas radiculares de lombricomposteo con y sin micorriza.



El lombricomposteo con micorriza posee raíces secundarias más pronunciadas en comparación que con el subtratamiento que no contiene la aplicación. También posee mayor cantidad de vellosidades, tallos sanos y con mayor diámetro. La diferencia de estos es: $1.10\text{m con micorriza} - 0.83 \text{ sin micorriza} = 0.27 \text{ m}$

Figura 26. Sistemas radiculares del testigo con y sin micorriza



Subtratamientos con raíces en menor densidad tamaño y cantidad de vellos absorbentes, más superficiales. Al observar el tallo podemos decir que son plantas débiles y su periodo

de vida es más corto; las plantas con estas características son más propensas a sufrir daños ocasionados por plagas o enfermedades fúngicas, las que principalmente atacan este órgano.

Figura 27. Sistemas radiculares del subtratamiento compost con y sin micorriza



Estas raíces son cortas, no se diferencia raíz principal, con problemas de anclaje, más propensas al quebrantamiento por el viento, ataque de plagas y enfermedades

La diferencia entre estos dos subtratamientos es de $0.90\text{m} - 0.65\text{m} = 0.25\text{m}$

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 producción y desarrollo foliar, botones florales, vainas y frutos 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.

7.4 PRODUCCIÓN.

Para realizar el análisis de los resultados promedio del rendimiento del cultivo por área se evaluó en Kg. por área de tratamiento y en kg/ha, en el tratamiento con inóculo y sin inóculo (Tablas 9 y 10), se encontraron diferencias significativas.

Al promediar los valores de los cuatro bloques teniendo en cuenta que sean del mismo tratamiento con o sin micorrizas; podemos determinar fácilmente en la grafica que los subtratamientos lombricompuesto, compost, porquinaza comparados con el testigo, el abono que mostró mayores resultados es la porquinaza con un valor de 32.5 % en un periodo de evaluación de 105 días 3.5 meses.

Este valor supera a los demás porque en el análisis realizado, es el abono que contiene el mayor número de elementos con valores más altos a diferencia del compost y el lombricompuesto.

Estos valores se pueden determinar cualitativamente en la producción foliar, vigor, tamaño, y en las características organolépticas (determinadas por medio de los sentidos gusto, tacto, olfato)

Con los cálculos podemos obtener la diferencia de producción por bloques y tratamientos (con o sin micorrizas) de la siguiente forma:

Bloques B y D con micorriza: $\text{kg} / \text{área de bloque } 187.2 \times 2 \text{ bloques} = 374.4\text{m}^2$

Compost	$(19.1 + 21.0) / 2 =$	20.5
Lombricompuesto	$(18.3 + 18.7) / 2 =$	18.5
Porquinaza	$(32.8 + 32.2) / 2 =$	32.5
Testigo	$(11.9 + 14.0) / 2 =$	12.9

Total producción por bloques B y D. 84kg

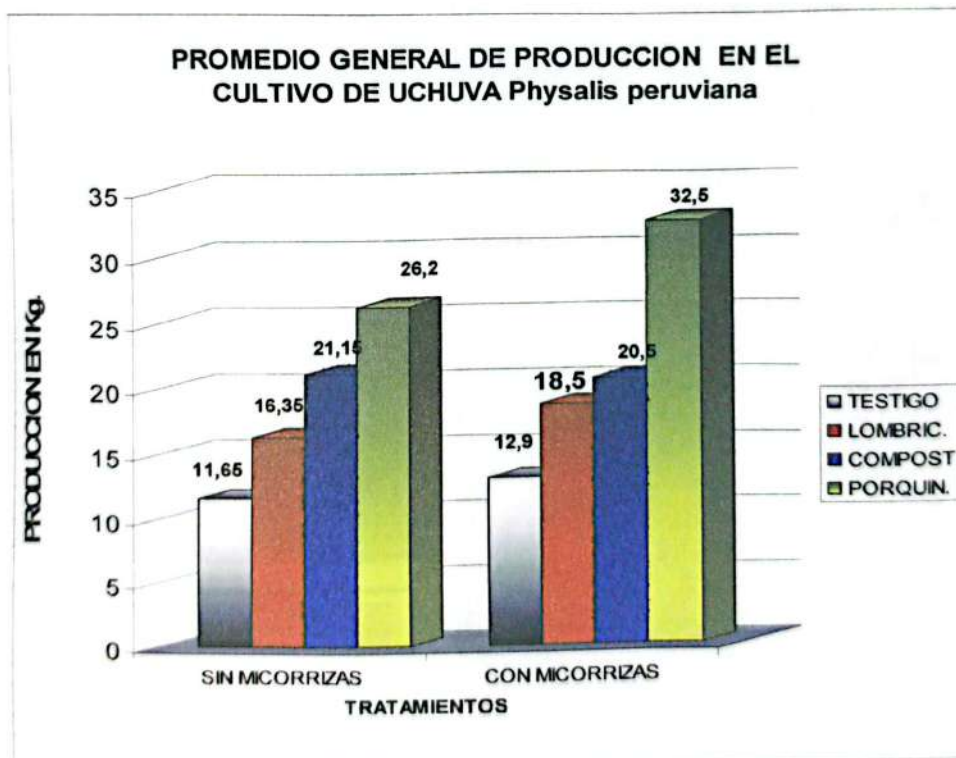
Bloques A y C sin micorriza:

Compost	$(21.3 + 21) / 2 =$	21.15
Lombricompuesto	$(14.7 + 18.0) / 2 =$	16.35
Testigo	$(11.5 + 11.8) / 2 =$	11.65
Porquinaza	$(24.4 + 28.0) / 2 =$	26.2

Total de producción bloques A Y C 75kg

Diferencia = 84kg - 75 = 9kg

Figura 28. Promedio general de producción en kg por bloques, en el cultivo de uchuva *Physalis peruviana* bloques A y C.



Fuente: este estudio

Claramente podemos diferenciar el resultado en cuanto a producción por tratamiento, (con o sin micorrizas) entonces la relación simbiótica, junto con la fertilización o el contenido nutricional de cada uno de los abonos evaluados repercute directamente en la productividad de un cultivo.

En todas las evaluaciones la porquinaza ha logrado mejores resultados, destacándose las características fenotípicas de las plantas.

Figura 29. Evaluación visual de la efectividad de los abonos. a) Coloración de hojas, b) Sanidad en los trifolios florales, c) Producción de frutos, d) Madurez, e) pesaje



Porquinaza



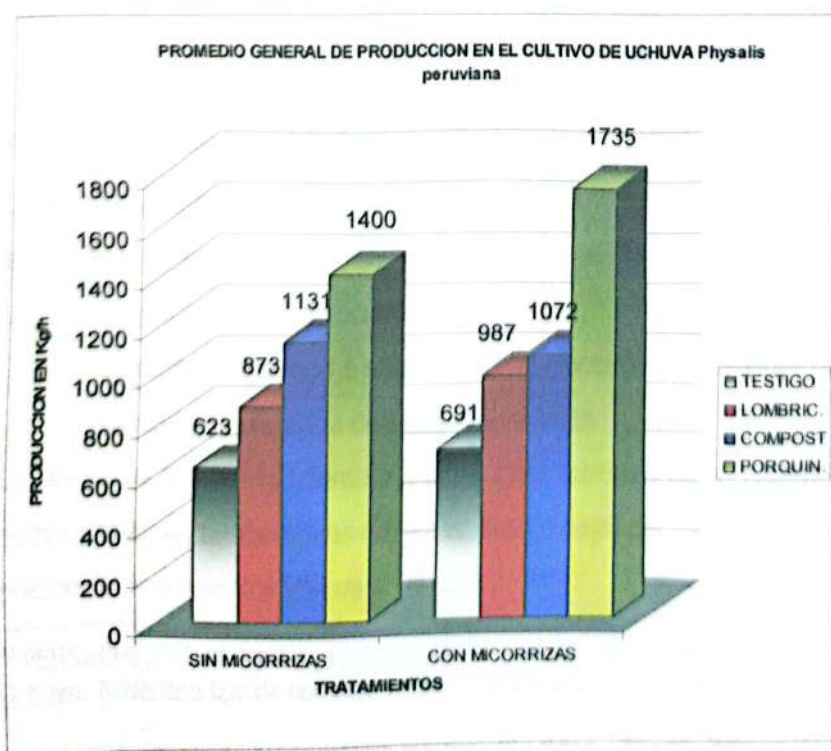
Se presentan los cálculos por Ha de la producción en cada uno de los tratamientos, Bloques B Y D con micorrizas.

Compost	$(1020\text{kg/ha} + 1123) / 2 =$	1072
Lombricompuesto	$(977\text{kg/ha} + 997) / 2 =$	987
Porquinaza	$(1751\text{kg/ha} + 1719) / 2 =$	1735
Testigo	$(635\text{kg/ha} + 747) / 2 =$	691
Total producción por bloques B y D.		4485 kg/ha

Bloques A y C sin micorrizas

Compost	$(1139\text{kg/ha} + 1122) / 2 =$	1131
Lombricompuesto	$(785\text{kg/ha} + 961) / 2 =$	873
Porquinaza	$(1304\text{kg/ha} + 1496) / 2 =$	1400
Testigo	$(616\text{kg/ha} + 630) / 2 =$	623
Total producción por bloques B y D.		4027kg/ha
Diferencia = 4485kg/ha - 4027kg/ha =		458kg/ha

Figura 30. Promedio general de producción en kg/ha por bloques, en el cultivo de uchuva *Physalis peruviana* bloques B y D.



Fuente: este estudio

Es necesario conocer que a nivel de Colombia la producción de la uchuva es altamente variable, ya que depende del medio ambiente y de la intensidad del cultivo, las plantas dan su máximo rendimiento la primera estación (primer año) y tiene una vida útil de 2 a 3 años. Una plantación no cuidada puede rendir como mínimo 3 toneladas por hectárea.

En cambio un cultivo bien manejado puede proveer 20 toneladas por hectárea. Incluso se han reportado rendimientos de más de 33 toneladas por hectárea, según estudio de PENNACHIOTTI, M. I⁴⁵.

Comparando con el anterior artículo la producción por hectárea es regular, porque coincide con el mínimo rendimiento que se puede obtener en una producción por hectárea sin darle ningún manejo.

La producción obtenida en este estudio fue afectada por las variables ya mencionadas anteriormente, las condiciones del suelo no fueron óptimas, como el alto contenido de rocas, el pH extremadamente ácido y a demás el contenido de aluminio sobrepasa los estimativos presentados en la tabla 3.

Los resultados podrían explicarse con lo que afirma Rosas⁴⁶, la función principal de las micorrizas, para la planta es la nutrición, en especial con elementos poco móviles en el suelo como el fósforo, zinc, azufre, calcio, molibdeno y boro.

El hongo transporta nutrientes a través del micelio hacia la raíz y los intercambia en las células epidérmicas de ellas por carbohidratos (producto de la fotosíntesis), que requiere el hongo para su desarrollo, otras funciones del proceso de micorrización son:

- Inducir la síntesis de hormonas vegetales.
- Mejorar la resistencia o tolerancia de la planta a enfermedades radiculares.
- Aumentar la eficiencia de otros simbiotantes.

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.

⁴⁵ PENNACHIOTTI, M. Irma., Profesora titular y emérita de la Universidad de Chile. Artículo. La Uchuva: Novedoso tipo de hortaliza. <http://www.tattersall.cl/revista/Rev186/uchuva.htm>

⁴⁶ ROSAS, R., A. Agricultura orgánica práctica. 4ª edición- Bogotá. 2004. p. 140,141

De lo que se concluye que el proceso de micorrización genera aspectos; es una relación ideal donde las plantas obtienen beneficios vitales para su normal desarrollo fisiológico generando una sostenibilidad económica, ambiental y social donde el factor antrópico (productor) es el beneficiado directamente obteniendo buenos resultados, disminuyendo costos de producción en uso de fertilizantes químicos y en el equilibrio físico-químico del suelo reduciendo pérdidas en los cultivos por metales tóxicos (aluminio).

Entonces teniendo en cuenta los parámetros de producción a nivel de Colombia que son como mínimo tres toneladas, podemos calcular lo siguiente.

La mayor producción fue de 1.735 Kg/Ha al aplicar porquinaza, seguido de 1.072 Kg/Ha con el compost, el lombricompost con 987 Kg/Ha, y finalmente el testigo 691 Kg/ha la diferencia en la cantidad producida fue de la siguiente manera:

Porquinaza $1.735 \text{ Kg/Ha} - 1400 \text{ kg/ha} = 335 \text{ kg/ha}$

Compost $1.072 \text{ Kg/Ha} - 1131 \text{ Kg/ha} = -59$

Lombricompost $987 \text{ Kg/ha} - 873 = 114 \text{ kg/ha}$

Testigo $691 \text{ kg/ha} - 623 = 68 \text{ kg/ha}$

El testigo que se inoculó con micorrizas obtuvo un rendimiento mayor de 68 Kg en relación al que no se inoculó.

Observándose una diferencia considerable entre la producción obtenida con porquinaza y los otros abonos aplicados, obtuvo el mayor resultado el testigo inoculado, lo que nos lleva a determinar que en todo el proceso evaluativo la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación del abono orgánico porquinaza inoculando con micorrizas.

EVALUACION DE PRODUCCION EN EL SISTEMA DE BLOQUES AL AZAR
EN EL CULTIVO DE UCHUVA (Physalis peruviana)

Tabla 9

FECHA	BLOQUE D (Con micorrizas)				BLOQUE C (Sin micorrizas)				BLOQUE B (Con micorrizas)				BLOQUE A (Sin micorrizas)				Total por cosecha
	COMPOS Kg.	LOMB Kg.	PORQ Kg.	TEST Kg.	LOMB Kg.	TEST Kg.	COMP Kg.	PORQUI Kg.	PORQ Kg.	COMP Kg.	TEST Kg.	LOMB Kg.	TEST Kg.	PORQ Kg.	LOMB Kg.	COMP Kg.	
31/01/2007	0.3	0.5	1.6	0.5	1.3	0.8	1.5	1.4	1.9	0.8	0.7	1.8	0.6	1.4	1.0	1.2	17.3
17/02/2007	2.0	5.0	7.3	2.4	3.0	3.4	6.6	5.0	5.7	3.2	2.0	2.7	2.5	5.2	3.5	4.2	63.7
06/03/2007	3.0	1.4	2.9	1.5	1.2	1.7	2.0	3.2	1.3	2.3	1.2	1.6	1.8	2.2	2.0	2.6	31.9
21/03/2007	3.5	2.0	4.2	1.2	2.9	0.9	2.9	3.1	5.2	3.7	1.8	4.2	1.0	3.9	3.2	3.1	46.8
07/04/2007	3.2	1.5	5.1	1.4	0.8	1.1	2.2	4.1	5.7	3.4	2.2	1.5	1.9	4.8	1.5	2.4	42.8
24/04/2007	3.0	3.4	6.7	1.9	2.0	1.4	2.5	3.5	6.9	3.1	2.3	3.0	1.5	6.0	3.0	3.5	53.7
09/05/2007	4.1	4.5	5.0	3.0	3.5	2.2	3.6	4.1	5.5	4.5	3.8	3.9	2.5	4.5	3.8	4.0	62.5
Total Subtratamiento	19.1	18.3	32.8	11.9	14.7	11.5	21.3	24.4	32.2	21.0	14.0	18.7	11.8	28.0	18.0	21.0	318.7
Total bloque	82.1				71.9				85.9				78.8				

**EVALUACION DE PRODUCCION EN EL SISTEMA DE BLOQUES AL AZAR
EN EL CULTIVO DE UCHUVA (Physalis peruviana)
Kg / Ha**

Tabla 10

FECHA	BLOQUE D (Con micorrizas)				BLOQUE C (Sin micorrizas)				BLOQUE B (Con micorrizas)				BLOQUE A (Sin micorrizas)				Total por cosecha
	COMPOS Kg/ha	LOMB Kg/ha	PORQ Kg/ha	TEST Kg/ha	LOMB Kg/ha	TEST Kg/ha	COMP Kg/ha	PORQUI Kg/ha	PORQ Kg/ha	COMP Kg/ha	TEST Kg/ha	LOMB Kg/ha	PORQ Kg/ha	COMP Kg/ha	TEST Kg/ha	LOMB Kg/ha	
31/01/2007	16	26	85	27	69	43	80	75	101	43	37	96	75	32	53	64	922
17/02/2007	107	267	390	128	160	182	353	267	304	171	107	144	278	134	187	224	3403
06/03/2007	160	75	155	80	64	91	107	171	69	123	64	85	118	96	107	139	1704
21/03/2007	187	107	224	64	155	48	155	166	278	198	96	224	208	53	171	166	2500
07/04/2007	171	80	572	75	43	59	118	219	304	182	117	80	256	101	80	128	2285
24/04/2007	160	182	358	101	107	75	134	187	369	166	123	160	321	80	160	187	2870
09/05/2007	219	240	267	160	187	118	192	219	294	240	203	208	240	134	203	214	3338
Total Subtratamiento	1020	977	1751	635	785	616	1139	1304	1719	1123	747	997	1496	630	961	1122	17022
Total bloque	4383				3844				4586				4209				

7.5 CARACTERISTICAS GENERALES DEL ESTUDIO

En el desarrollo de este estudio se obtuvo resultados satisfactorios frente a los parámetros de manejo agronómico, labores culturales, desempeño del cultivo y la fertilización orgánica conjuntamente con las micorrizas generaron resistencia en las plantas a los bruscos cambios ambientales a los que estuvo expuesto el cultivo, la evaluación de los resultados obtenidos en el desarrollo fisiológico de las plantas, dan pautas para la búsqueda de la integralidad de los cultivos manejados agroecológicamente con el ecosistema aledaño.

El proceso agroecológico es algo complicado porque sus resultados no son momentáneos sino que necesita de un tiempo clave en donde paulatinamente los resultados son valiosos porque maneja pautas de conservación del entorno buscando un mejor aprovechamiento de todos los recursos que están al alcance.

Los resultados se reflejan en la calidad de los productos, por ejemplo en la vigorosidad de las plantas ubicadas en los diferentes tratamientos y subtratamientos.

El manejo realizado fue de forma orgánica, utilizando los principios agroecológicos de producción limpia, para que las comunidades adopten técnicas y diseños de los modelos de diversificación en los sistemas de producción, aprovechando al máximo los recursos disponibles.

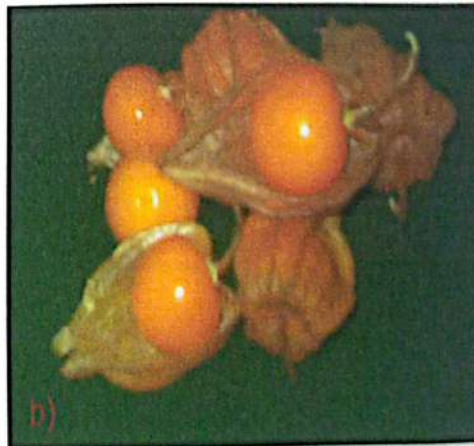
Los procesos realizados iniciaron desde el laboreo donde se encontró un suelo con características muy difíciles para la agricultura por su alto contenido de rocas, demasiado arenoso.

Se obtuvieron plantas con buenas características fenotípicas de vigorosidad, sanidad, con buen tamaño, producción de botones florales y la presencia de deficiencias de elementos como Nitrógeno, boro, calcio, potasio que repercutieron en el daño de frutos, caída de flores, amarillamiento foliar y daños ocasionados por plagas babosa, tijeretas, pulgón (en todo el ciclo de evaluación), cogolleros, mariposas (Coleoptora).

Otras características importantes es el tamaño de los frutos, sabor agradable, con un buen contenido de azúcares al probarlos (buenas propiedades organolépticas). Características que se aprovecharon en la elaboración de mermelada y vino. Las cuales fueron comercializadas, con una buena acogida, esto puede ser la pauta para el inicio de la agroindustria, claro que no es muy reconocida como otras frutas en esta región, y para comercializarlas fuera del departamento se necesita abrir fuentes de comercialización.

En la consulta de fuentes bibliográficas encontramos que se puede obtener resultados hasta de 33 ton por hectárea con un manejo técnico y de una forma tradicional como mínimo se puede obtener una producción hasta de tres toneladas siendo la ventaja de este cultivo que produce cada 15-20 días como lo obtenido en este estudio con cosechas quincenales hasta de 70kg con una densidad de siembra de 144 plantas en 1600 m².

Figura 31. a) Plantas sanas (porquinaza), b) frutos de buen color y tamaño, c) Empaque



Fuente: este estudio

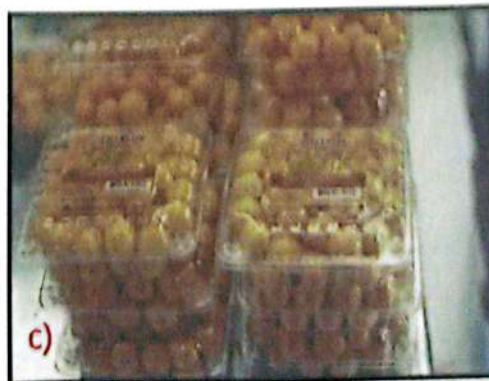


Tabla 11. Relación Costo-Beneficio

COSTOS DE INSUMOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Plántulas	200	global	500	100000
Posteadura	54	global	2000	108000
Tutores	30	global	2000	60000
Alambre galvanizado	40	Kg.	3000	120000
Cal	5	Bultos	4000	20000
Transporte		Global		100000
Cerca eléctrica		Global		120000
Abonos				
Lombricompuesto	3	Bultos	13000	39000
Compost	3	Bultos	12000	36000
Gallinaza	3	Bultos	10000	30000
Imprevistos		Global		250000
SUBTOTAL				983000
Costos Mano de Obra				
Jornales laboreo	30	Global	12000	360000
Jornale mantenimiento	15	Global	12000	180000
SUBTOTAL				540000
TOTAL				1523000

Tabla 12. Cuadro de beneficios costos para el año 2006-2007

PROYECTO RESPUESTA A LA INOCULACIÓN CON MICORRIZAS, FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE UCHUVA (*Physalis peruviana* P), EN LA GRANJA VERSALLES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO MUNICIPIO DE SIBUNDOY.

Insumos y mano de obra	Ventas	Utilidad
	2184Lb promedio anuales	
	X 2000 c/u	
1'523.000.00	4'370.000.00	2'847.000.00

Teniendo en cuenta el costo de la producción se cuantifica en \$1.523.000, dentro del cual contiene materiales que se justifican en la tabla 10, obtenemos un beneficio costo de 2'847.000, por el área total del proyecto, producida en un periodo promedio anual de cosecha con la venta de 2184Lb anuales. Generando un flujo de efectivo constante que nos permite aumentar la inversión o diversificar la producción

8. CONCLUSIONES

- En la investigación realizada entre los bloques A y C sin micorriza y B y D con micorriza en los parámetros de crecimiento de las plantas, podemos decir que la efectividad del tratamiento con micorrizas es del 10% con respecto al que no tiene micorriza con un valor del 16,5 % este resultado es menor 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 menor, porque en la fase del manejo agronómico variables como el estado del suelo, la temperatura y otros factores hicieron que este microorganismo no actué porque las condiciones no le permitieron adaptarse en este periodo (crecimiento). Pero al evaluar, los parámetros de producción y de elongamiento de raíces se presentó una diferencia mayor.
- En la producción, los resultados fueron más positivos para la micorriza obteniéndose una diferencia de 84kg y sin micorriza 75kg en el área de 1669m² en un periodo de tres meses y medio de evaluación siendo la diferencia de estos 9kg. Este resultado en cálculos por ha es de 4485kg con micorriza y sin 4027kg con una diferencia de 458kg, podemos determinar que es una actividad rentable porque tomando el valor actual de \$2000 por Kg. obtenemos un beneficio de \$916000 trimestralmente por ha pero es importante la búsqueda de un mercado ya que en el Valle de Sibundoy el consumo es bajo.
- Los mayores resultados en el crecimiento de la raíz se obtuvieron en los subtratamientos y bloques con micorrizas con valores del 0.96m de extensión horizontal y de profundidad de 0.30m.
- Todos los resultados estuvieron sujetos a un gran número de variables como el clima, precipitación entre otros. Los subtratamientos 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 subtratamientos es de forma cualitativa y 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 el subtratamiento porquinaza con los mejores rendimientos en cuanto a producción generando un buen ingreso económico al sistema productivo familiar. Esta soportado por un análisis químico porcentual de componentes que muestra el rendimiento.
- Después de todo este proceso evaluativo de los resultados en campo, de los tratamientos y subtratamientos 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.
- Los resultados más altos los obtuvo la porquinaza por contener un porcentaje alto de microelementos que son de mayor importancia en los procesos fisiológicos de crecimiento, división celular, fotosíntesis, almacenamiento de almidones y productividad.

9. RECOMENDACIONES

- En este estudio podemos observar en todos los parámetros evaluados que los tratamientos y subtratamientos obtuvieron un eficiente desempeño quedando demostrado cualitativa y cuantitativamente el mayor desempeño de algunos abonos con el sustrato micorrizado que además de enriquecer el suelo genera producciones limpias
- Establecer en parcelas experimentales y sistemas productivos, la utilización de micorrizas y fertilización orgánica, para evaluar el crecimiento, producción, rendimiento radical, resistencia a plagas y enfermedades. Con la utilización de biocompuestos y 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.
- El grado de rentabilidad de esta actividad puede ser progresista, dependiendo del manejo que se adopte y teniendo en cuenta programas de producción; es rentable aplicar la relación de beneficio costo, en donde se predetermina los resultados, porque este modelo de agricultura hace proyectar a futuro el grado de competitividad de los productos libres de residuos. En el área implementada los resultados no pueden ser efectivos en cuanto a cantidad pero las características de frutos, plantas y la calidad son muy significantes.
- Propender por políticas del estado que involucren a instituciones como el SENA, ICA y otros programas de divulgación y transferencia de tecnología que conlleve a fomentar los sistemas productivos hacia una agricultura limpia, evitando así la aplicación indiscriminada de insumos químicos, causantes del aumento de la toxicidad de los suelos del valle de Sibundoy.
- En este proceso se busca la aplicación de nuevas técnicas de manejo de los cultivos, ya que no se a 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.

- Para la realización de las actividades de fertilización la cantidad de abono utilizado fue de 3kg por planta (durante el ciclo de evaluación) para efecto de comparación con la micorriza y no se vea alterada por la composición nutricional de los abonos. La micorriza tiene mayores efectos en etapas de semillero dando resistencia a estrés y garantizando un óptimo desarrollo. Los resultados de este proyecto aporta alternativas de mejoramiento en el manejo y conservación a la agricultura de la zona, garantizando la efectividad de este tipo de micorriza vecículo arbuscular de los géneros *glomus* *caulospora* y *entrephospora* identificada como VA, la cual tiene el potencial de producir hormonas estimulantes de crecimiento de las plantas, convierte elementos fijados en el suelo en sustancias solubles, para mayor efecto en las raíces
- 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 porquinaza que de acuerdo a los análisis posee un mayor contenido de nutrientes, pero se debe tener cuidado en todo su manejo porque, en procesos inadecuados de descomposición pueden producirse parásitos que pueden afectar la salud del hombre.

BIBLIOGRAFIA

1. BURBANO, L. G.; ACOSTA BRAVO, M. A. Plan Emergencia y Contingencia para la Subsede Del ITP.
2. BARRERA GUERRERO, Mario Camilo. Huerto Ecológico Tarea Cotidiana de vida, Biblioteca. Eco amazonia II. Fundación Eco amazonia. Pasto: 2002 Pág.32
3. BURBANO ORJUELA, H. El suelo una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Año nacional de la ciencia.1989. P.26, 142, 398,
4. BERNAL E. J. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. Bogotá: Banco Ganadero, 1984. p. 61.
5. Collazos, O Manejo agronómico de materiales de uchuva (*Physalis peruviana* L.) Cartilla ilustrada No. 31 Popayán. CORPOICA. 2000 Pág. 9.
6. CIAO, Centro Internacional de Agricultura Orgánica. Seminario de agricultura alternativa Sibundoy (Ptyo) 1997. P.12, 13, 36.
7. CUARAN, ARTURO. Entrevista 2007.
8. CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA, Bogotá: Pág. 27
9. DUARTE RESTREPO, B. Solubilización microbiana de fosfatos en la perspectiva del manejo ecológico. En: Programa de escuela en sistemas de comercialización y producción agropecuaria sostenible para caracterizadores. Micro bióloga FUNCOP cauca. 2003
10. ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO.

11. GUERRERO, Euler. Propietario reserva natural Casa Loma, afiliada a la red de reservas del Nudo Quindicocha. Fuente este trabajo de investigación.
12. GOMERO, V. Conceptos experiencias y técnicas. En: Manejo ecológico de suelos. RAAA. Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos. p. 167
13. GOMEZ. Manual técnico de fertilización de cultivos. Microfertisa 2006.
14. HURTADO MORA JORGE. Código Nal. De recursos naturales, Bogotá. Legis Editores. 2003.
15. HOLDRIDGE, Clasificación de las zonas de vida. Wikipedia biblioteca virtual.
16. MEJIA GUTIERREZ Mario. Agricultura Ecológica, Enciclopedia Agropecuaria. Bogotá: Terranova Editores. 2001Pág. 190, 212, 214.
17. MACKIE F & ESQUIVEL
18. MICORRIZAS DEL VALLE, Guía Manihotina MVA-T87 (Micorriza vecículo arbuscular). Tulúa (Valle).
19. MARTINEZ, M. M. Agricultura biológica. Bogotá: Unisur. 1995. p . 14, 39, 143, 144.
20. MONTENEGRO, H. Propiedades físicas de los suelos en relación con la fertilidad. En: manejo integral de la fertilidad del suelo. Bogotá: Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. 2003. p. 16.
21. MYCORRAL, hongos benéficos, laboratorio. BIO-ORGANICOS S.A. Planta Girardota. Tel. 2895858.
22. MICROFERTISA, p. 27 Planta Girardota. Tel. 2895858.

23. PLAN AMBIENTAL TURÍSTICO VALLE DE SIBUNDOY. GEERTZ 1963. Alcaldías municipales Valle de Sibundoy. P. 67

24. PLAN TURISTICO AMBIENTAL VALLE DE SIBUNDOY. P. 67-69

25. PENNACHIOTTI, M. Irma., Profesora titular y emérita de la Universidad de Chile. Artículo. La Uchuva: Novedoso tipo de hortaliza.

<http://www.tattersall.cl/revista/Rev186/uchuva.htm>

26. SANCHEZ, M. Agricultura ecológica. En: Enciclopedia Terranova. Bogotá. 2004. p. 204, 288.

27. SALAMANCA SANABRIA, R. Suelos y fertilizantes. Bogotá: Universidad Santo Tomás, p. 46, 47, 141.

28. SALAMANCA, ICA. Fertilización en diversos cultivos. Manual de asistencia técnica No 25. 4ª edición. Boyacá: Centro experimental Tibaitata 1981., p. 225

29. TORRES SERRANO, Clara Ximena, Manual Agropecuario. Bogotá: Biblioteca del campo, 2002 Pág.572, 828, 830.

30. VILLALBÍ, I. y VIDAL, M. Análisis de suelos y foliares: interpretación y fertilización. Monografías de la obra agrícola de la fundación Caja de Pensiones. Barcelona. p. 201

ANEXOS



UNIVERSIDAD DE NARIÑO (NIT 800118954-1)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

SECCION DE LABORATORIOS

LABORATORIO DE SUELOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

Fecha: Año 22 de 2006 Análisis N° 6967 No Muestra 001
 Institución: Instituto Tecnológico del Putumayo Propietario Carlos Alberto Guerrero
 Departamento: Putumayo Municipio Sibundoy Vereda Verdales
 Veredales: _____ Referencia: _____
 Cultivo proyectado: _____
 Temperatura: _____ Topografía Plana
 Recibo de Pago N°: _____
 Fertilidad: _____ Clase: Textura- Densidad real
 Análisis Solicitado: Completo X

Muestras	Unidad	6967	No. 001
Relación Potenciometro: Suelo: Agua (1:1)		4,9	
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	7,1	
Densidad Aparente	g/cc	0,9	
Fósforo (P) Bray II	ppm	27	
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		15,0	
Calcio de Cambio	mg/100g	2,2	
Magnesio de Cambio		0,6	
Potasio de Cambio		0,81	
Aluminio de Cambio		1,10	
Hierro	ppm	125	
Manganeso		4,00	
Cobre		1,52	
Zinc		1,46	
Boro ppm. Método de Agua Caliente		0,21	
Densidad real	g/cc	2,37	
Nitrógeno Total %		0,31	
Carbono Orgánico %		4,11	
Arenas	%	55,0	
Arcillas	%	8,2	
Limos	%	36,8	
Textura Franco-Arcilloso-Ar, Arcilloso-A, Limoso-L		F-A	


MARÍA DEL ROSARIO CARREÑO
 TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS

LABORATORIO DE QUIMICA

Teléfono: 7311449 - 7312239 - 7312893 Ext. 222 - 209

NIT: 800116004-1

Fecha: Junio 25 del 2007 Análisis No. LAQ 07-520 a 531

Solicitante: Carlos Alberto Guerrero NR. C.C. X N° 91 400 727

Procedencia: Yel

Tipo de muestra: Abono Orgánico - Fertilizantes Orgánicos

Método Solicitado: Químico Percentual componentes

Lugar de Muestreo: Sembrado Vereda Mariposa Instituto Tecnológico - Pabonayá

Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Junio 12 del 2007

Observaciones:

PARAMETRO

RESULTADO

	M1	M2	M3
H	7,48	7,83	6,73
Acidez gluc	1,76	1,72	1,92
Acidez %	37,9	41,3	39,5
Amidos %	64,6	64,6	46,2
Nitrógeno %	1,6	2,23	1,15
Carbono Orgánico Total % (COT)	21,7	20,0	14,6
Materia Orgánica % (Mgntón)	36,2	35,4	51,7
Relación Carbono/Nitrógeno	13,6	9,0	12,6
Calcio %	14,4	16,8	25,2
Hierro %	16,7	11,3	14,7
Cobre ppm	40	44	24
Manganeso ppm	340	326	632
Zinc ppm	184	196	100
Fósforo Total %	0,76	0,86	0,25
Calcio %	0,15	0,36	0,02
Magnésio %	0,66	0,46	0,26

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

- M1 002 Compost
- M2 003 Parquize
- M3 004 Compost

Realizado por: Roberto...
Tecnólogo Químico
Fecha: 25 de Junio del 2007

INTERPRETACIÓN GENERAL DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS

El análisis de suelos es la herramienta más utilizada para determinar el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, así mismo, es útil para estimar procesos como la acidez, alcalinidad o la salinidad. Los niveles generales de interpretación facilitan el

diagnóstico químico de la fertilidad y para ello es importante la relación con las metodologías de extracción (Tabla 9). En la Tabla 9 se considerará los rangos bajo, medio, ideal y alto para la interpretación general de los resultados de análisis de suelos.

Generales de interpretación de análisis de suelos.

REACCIÓN DEL SUELO		pH (relación Agua/Suelo 1:1)			
	Ultrá ácido	6,6 - 7,3	Neutro		
	Extremadamente ácido	7,4 - 7,5	Ligeramente alcalino		
	Muy fuertemente ácido	7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino		
	Fuertemente ácido	8,5 - 9,0	Fuertemente alcalino		
	Moderadamente ácido	> 9,0	Extremadamente alcalino		
	Ligeramente ácido				
ELEMENTO	UNIDAD	NIVEL DE INTERPRETACIÓN			
		Bajo	Medio	Ideal	Alto
Clima					
	Frio (°C)	< 2,8	3,0 - 5,7	5,8 - 7,5	> 7,6
	Medio (°C)	< 1,7	1,8 - 2,9	3,0 - 4,1	> 4,2
	Cálido (°C)	< 1,1	1,2 - 2,3	2,4 - 3,5	> 3,6
Carbono orgánico x 1,72					
	ppm (mg kg ⁻¹)	< 15	15 - 25	25 - 30	> 30
	ppm (mg kg ⁻¹)	< 30	30 - 40	40 - 50	> 50
	ppm (mg kg ⁻¹)	< 5,0	5,0 - 10,0	10 - 20	> 20
CATIONES INTERCAMBIABLES (Acetato de amonio 1N, absorción atómica)					
	cmol _c kg ⁻¹	< 0,2	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4	> 0,4
	cmol _c kg ⁻¹	< 5,0	5,0 - 6,0	6,0 - 10,0	> 10
	cmol _c kg ⁻¹	< 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 3,0	> 3,0
	cmol _c kg ⁻¹			< 1,0	> 1,0
	cmol _c kg ⁻¹			< 1,0	> 1,0
DISTRIBUCIÓN DE CATIONES					
		Deficiente	Medio	Ideal	Exceso
	%			< 2	> 2
	%	< 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	> 5,0
	%	< 50	50 - 50	60 - 70	> 70
	%	< 10,0	10 - 15	15 - 20	> 20
	%		5,0 - 7,0	< 5,0	> 7,0
ELEMENTOS MENORES (Orson/AA)					
	ppm (mg kg ⁻¹)	< 20	20 - 50	50 - 100	> 100
	ppm (mg kg ⁻¹)	< 10	10 - 15	15 - 20	> 20
	ppm (mg kg ⁻¹)	< 1	1,0 - 2	2 - 3	> 3,0
	ppm (mg kg ⁻¹)	< 0,3	0,3 - 0,4	0,4 - 0,6	> 0,6
	ppm (mg kg ⁻¹)	< 2	2,0 - 2,0	2,0 - 4,0	> 4,0
SALINIDAD Y BODICIDAD					
	dS m ⁻¹	Suelo normal	Suelo salino	Suelo sódico	Saltro sódico
	dS m ⁻¹	< 2,0	> 4,0	> 4,0 - 8,0	> 8,0
	%	< 0,6	> 7,0	> 7,0	> 7,0

adaptado de Gomez, 2005.



La planta esta bien nutrida cuando metaboliza los 16 elementos básicos para su balance fisiológico. Si falta un elemento hay problemas en el desarrollo y en la formación vegetal. Estos elementos son: Carbono, Hidrogeno, Oxigeno, los mayores Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio, los menores Boro, Zinc, Cobre, Manganeso, Níquel, Cadmio y Molibdeno. Con la fotosíntesis la planta toma el gas carbónico (CO₂) que hay en el aire, con la asimilación del agua por la raíz toma el Hidrogeno y el Oxigeno. Del suelo toma los otros elementos que necesita, donde los microorganismos del suelo son importantes para transformar, reducir, oxidar y hacerlos disponibles para la planta. Si en el suelo no hay microorganismos benéficos, la asimilación de nutrientes no es eficiente y la planta no puede tomarlos para balancear su nutrición. En los suelos trabajados agrícolamente la población de microorganismos es muy baja y casi nula.

Los microorganismos benéficos del suelo son fundamentales para la nutrición vegetal. En los suelos trabajados agrícolamente, los recursos orgánicos que quedan de la cosecha anterior son una fuente de nutrientes importante para el nuevo cultivo y solo se hacen disponibles si la población microbiana del suelo los bio-transforma o digiere para que la planta pueda tomarlos.

DEFICIENCIAS

Magnesio (Mg) En las hojas más viejas aparecen áreas cloróticas entre las venas y luego áreas necróticas en las puntas de las hojas. Las hojas mantienen su color verde.

Nitrógeno (N) Amarillez uniforme que avanza desde la base de la hoja hacia el ápice y de la vena central hacia los bordes. Amarillamiento general del follaje, el cual principia con las hojas más viejas, y posteriormente aparece en más nuevas. Las hojas se vuelven progresivamente más amarillas, sin un comportamiento distinto. En casos graves las hojas senecen, seguido por una pérdida del follaje. La deficiencia de N frecuentemente ocurre en invierno o temprano en primavera debido a bajas reservas de nitrógeno en el árbol, bajas temperaturas del suelo y/o falta de actividad de la raíz.



Calcio (Ca) Las hojas jóvenes presentan un color verde pálido en el borde.

Fósforo (P) Pueden aparecer puntos y áreas necróticas en el ápice y los bordes de las hojas. Si la deficiencia es severa se observa una necrosis marrón rojiza que se extiende desde el ápice hacia el interior de la lámina.

Hierro (Fe) Hojas jóvenes de tamaño mayor que el normal, muestran clorosis generalizada color verde amarillento sobre el que se destacan las venas color verde. Síntomas más evidentes en la época de sequía.

Potasio (K) Bordes de las hojas necróticas, limitados hacia el interior de la hoja por un halo verde amarillento.

Zinc (Zn) Los síntomas típicos de la deficiencia de zinc son unas franjas verdes irregulares que se producen a lo largo de la vena central y de las venas principales, las cuales se destacan sobre un fondo amarillo pálido o mayormente blanco. En caso de que esta deficiencia sea leve, el tamaño de las hojas suele ser normal. Por el contrario, si la deficiencia es grande, las hojas se quedarán pequeñas, puntiagudas y muy estrechas. La formación de hojas muy estrechas y puntiagudas es una de las señales más notables de la deficiencia de zinc.

EXCESOS DE NUTRIENTES EN LOS CULTIVOS

De ésta manera, a parte de la importancia que toma el valor ph para la correcta asimilación de los diferentes macros y micronutrientes, parece que la saturación o exceso de alguno de ellos, implica y provoca en la planta una carencia de otros, por impedimento o ralentización de los elementos carenciales a ser asimilados o absorbidos por los pelos radiculares.

Calcio (Ca) El calcio también limita sobremanera la entrada de algunos oligoelementos cuando su cuantía es elevada, como el hierro y manganeso, así como el macro primario potasio y los secundarios magnesio y azufre.

Nitrógeno(N) El exceso de Nitrógeno produce muchas hojas, pero una floración escasa. Aplica un fertilizante completo, con Nitrógeno, Fósforo, Potasio en equilibrio para mantener el color intenso de las hojas y permitir que la planta desarrolle muchas flores. Un exceso está caracterizado por un color verde oscuro en las hojas, similar al que tienen las plantas de plástico: brillante; además de quemaduras en las puntas de las hojas, retorciéndose estas hacia abajo.

Fósforo (P) produce menor asimilación de calcio. Así, una alta concentración de fósforo afecta a la correcta asimilación de calcio, cobre, hierro, magnesio y zinc, mostrando en consecuencia una carencia de alguno o varios de ellos.

Boro (B) Un exceso de boro es perjudicial para algunas plantas poco tolerantes al boro, pudiendo actuar en sus nervaduras debilitándolas.

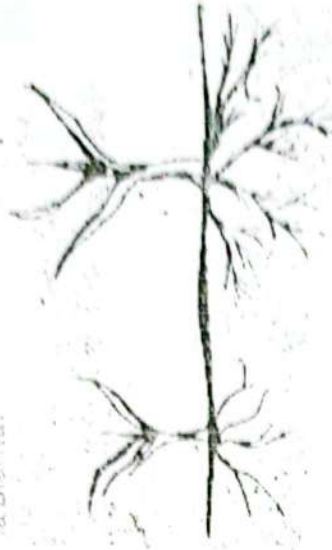
Potasio (K) En el potasio ocurre algo parecido, interactuando el exceso de éste en la ralentización de la absorción de magnesio, hierro, manganeso y zinc.

Manganeso (Mg): Con excesos de magnesio, el calcio se fija al suelo, impidiendo su correcta asimilación.

Zinc (Zn) redundan en una incorrecta asimilación de hierro. Éste resulta crucial para la óptima absorción de nitratos y sulfatos.

UNA BIOTECNOLOGIA NUEVA EL HONGO VIVO

Las micorrizas establecen un simbiótico asociación benéfica mutua entre las raíces de las plantas y los hongos del suelo aumentando mejor la plántula.



Sin MYCORAL

Raíz con MYCORAL

MYCORAL es un producto biológico 100% natural y ecológico que mejora significativamente el crecimiento de las plantas como:

- Árboles nativos - Frutales - Café
- Banano - Plátano - Cultivos Agrícolas
- Hortalizas Ornamentales - Caña Panelera - Palma Africana - Pastos
- Pastos de Corral.

MYCORAL HONGOS BENÉFICOS

BIO-ORGANICOS S.A.

Alternativas naturales para la agricultura sostenible

PLANTA CIRARDOTA

Municipio Cirardota
Tel: 54 260 58 58 - 267 4431 A.A. 76 147
Vereda Caballo antiguo vía El Establo

MYCORAL esta compuesto por tierra, enriquecida con varias especies de micorrizadas altamente eficaces de los generos *glomus* *acaulospora* y *entrophospora* en forma de muchas esporas, hifas y trozos de raicillas.

Acción:

Las micorrizas VA (vesicular-arbuscular) penetran por un lado en la corteza de las raíces en forma inter- e- intracelular y por el otro, incrementan decisivamente el enraizamiento y la penetración del suelo y por lo tanto el volumen del suelo explorado por las raíces.

Las hifas conducen agua, macro y micro elementos, especialmente el fósforo a la planta.

Efectos:

- Mayor suministro de nutrientes.
- Mayor capacidad de absorción de agua y por lo tanto resistencia de la planta a la sequía.
- Mayor absorción de los fertilizantes; consecuentemente se puede disminuir su aplicación hasta la mitad de por vida de la planta.
- Convierten elementos fijos en el suelo en sustancias solubles, para que la raíz las pueda absorber, como fósforo, zinc, boro y otros.
- Mayor resistencia a muchas enfermedades de las plantas sobre todo de suelo.
- La micorriza produce hormonas estimulantes para el crecimiento de las plantas.

Aplicación:

MYCORAL siempre se debe colocar por debajo de la semilla, esqueje, estaca, con el fin de producir un contacto del producto con las raíces ya existentes o las raíces por aparecer.

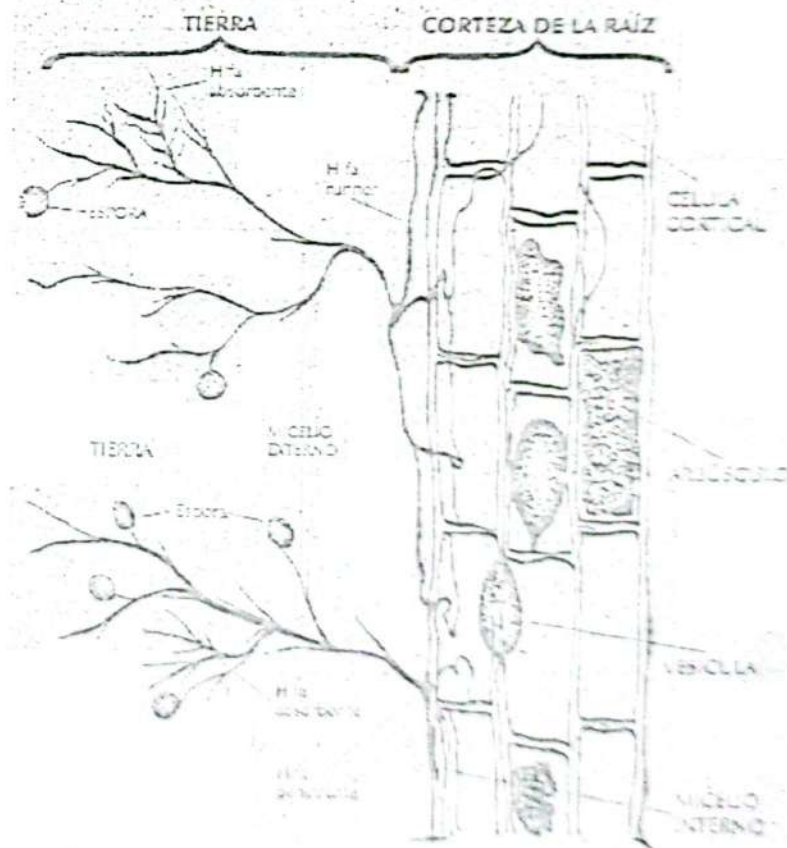
En trasplantes de semillero a la bolsa o de la bolsa al campo hay que colocar el MYCORAL también por debajo de las raíces en la zona radical, nunca por encima del suelo como los fertilizantes químicos.

- Metro Lineal 100 gramos en el surco
- Semillero o Paño 500 gramos por metro cuadrado
- Trasplante a Bolsas (según tamaño) 30 a 100 gramos
- Trasplante a Campo (según tamaño del hueco) 100 a 200 gramos
- Trasplante de Banano Plátano 500 gramos por colmo

Presentación:

Bulto de 45 Kilogramos

Corte Longitudinal de una Raíz



Estructura morfológica de la Micorriza Vesicular-Arbuscular

No	Fecha	Actividad	Descripción de la actividad
1	8-Ago-2006	Siembra	Se realizo conjuntamente con la aplicación de los tratamientos, con y sin micorrizas y sus subtratamientos (compost, lombricompuesto, Porquinaza y testigo.)
2	16-Ago-2006	Aporque	
3	23-Ago-2006	Toma de altura y vigor.	Se realiza cada 15 días con la ayuda de una cinta métrica y el vigor por la observación de características fisiológicas de la planta.
4	24-Ago-2006	Aplicación de controles biológicos.	Como: ajidol Para el control de insectos y plagas
5	30-Ago-2006	Desyerba	Se realizo el control manual, para obtener un alto contenido de biomasa cruda para aplicarlo al suelo, con el fin de aportar materia orgánica.
6	6-Sep-2006	Toma de altura y vigor.	
7	20-Sep-2006	Toma de altura y vigor.	
8	21-Sep-2006	Aplicaciones de controles biológicos.	
9	5-Oct-2006	Desyerba.	
	4-Oct-2006	Toma de altura y vigor.	
11	6-Oct-2006	2do Reabonado y aporque	La practica se realizo conjuntamente aplicando los abonos o subtratamientos y luego levantando la tierra, para tapar el abono y a si tener una mayor actividad.
12	18-Oct-2006	Toma de altura y vigor	
13	19-Oct-2006	Aplicaciones de controles biológicos.	
14	1-Nov-2006	Toma de altura y vigor.	
15	15-Nov-2006	Toma de altura y vigor.	
18	16-Nov.2006	Desyerba	
19	17-Nov-2006	Aplicación de controles biológicos	
20	2-Dic-2006	Toma de altura y vigor.	
21	8-Dic-2006	3er Reabonado y aporque	
22	16-Dic-2006	Desyerba.	

23	18-Dic-2006	Aplicación de controles biológicos	
24	2-Ene-2007	Toma de altura y vigor	
25	15-Enero-2007	Aplicación de controles biológicos	
26	20-Ene-2007	Toma de altura y vigor	
27	31-Ene-2007	1er Cosecha	Se realizo con la recolección del fruto y pesaje para obtener promedios por tratamiento y subtratamientos.
28	15-Feb-2007	Desyerba	
29	17-Feb-2007	2da Cosecha	
30	19-Feb-2007	Aporque	Se lo realizo e independiente, sin la aplicación de subtratamientos orgánicos. Por haber concluido las abonadas.
31	20-Feb-2007	Aplicación de controles biológicos	
32	6-Mar-2007	3era Cosecha	
33	21-Mar-2007	4ta Cosecha	
34	28-Mar-2007	Aplicación de controles biológicos	
3	7-Abr-2007	5ta Cosecha	
35	10-Abril-2007	Desyerba	
36	24-Abril-2007	6ta Cosecha	
37	9-Junio-2007	7ma Cosecha	Fue la última que se realizo, para llevar al fin todos los datos a análisis y sistematización.
38	21-Junio-2007	Desarrollo radicular	Se realizo con la extracción de las raíces de algunas muestras de los tratamientos y subtratamientos, para comparar el grado de colonización.

Anexo 6