

A6r
0396

**IDENTIFICACION DE MICORRIZAS VESICULO – ARBUSCULARES NATIVAS
ASOCIADAS AL CULTIVO DE PLATANO (*Musa sp*) Y SU EVALUACION A
NIVEL DEL LABORATORIO E INVERNADERO EN LA UNIVERSIDAD DE LOS
LLANOS ORIENTALES**

NELSSY HERNANDEZ ARDILA

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
VILLAVICENCIO META

2005

027541

**IDENTIFICACION DE MICORRIZAS VESICULO- ARBUSCULARES NATIVAS
ASOCIADAS AL CULTIVO DE PLATANO (*Musa sp*) Y SU EVALUACION A
NIVEL DEL LABORATORIO E INVERNADERO EN LA UNIVERSIDAD DE LOS
LLANOS ORIENTALES**

NELSSY HERNANDEZ ARDILA

**PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO**

**DIRECTOR DEL PROYECTO
MARIA DEL ROSARIO SILVA HERRERA
BIOLOGA, M S c EN FITOPATOLOGIA**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIOAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
VILLAVICENCIO META**

2005

PERSONAL DIRECTIVO

RECTOR

CARLOS ENRIQUE GARZON GONZALES

VICERRECTOR ACADEMICO

ESPERANZA DUQUE MASSO

VICERRECTOR DE RECURSOS

MIGUEL ROBERTO VILLAFRADEZ AVELLO

SECRETARIO GENERAL

MONICA CRISTINA SOLANO PIEDRAHITA

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

JESUS HERNAN GIRALDO VIATELA

DIRECTOR ESCUELA DE CIENCIA AGRICOLAS

MYRIAM CONSTANZA YUNDA

NOTA APROBATORIA

Carmen Rosa Palomares Jolí

JURADO

JURADO

J. Rosal

DIRECTOR

Los Directivos y Jurados examinadores de este trabajo de pregrado no seran responsables por las ideas emitidas por el Autor del mismo

Articulo 24 resolucion 04 de 1994

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a las siguientes personas que hicieron posible la realización del siguiente trabajo

A la Doctora **MARIA DEL ROSARIO SILVA** Bióloga, Msc en Fitopatología Directora de la tesis, quien con sus valiosos conocimientos y dedicación en la dirección del trabajo hizo posible la culminación de esta investigación

A la **Universidad de los Llanos** Por prestar ayuda científica y facilitar los medios para la ejecución del trabajo de investigación

Al Doctor **VICTOR HUGO CASTELLANOS** Sanidad Vegetal ICA Por permitirme el acceso a las instalaciones y equipo del Laboratorio del ICA

Al Doctor **PEDRO RENE ESLABA**. Por permitir el acceso del equipo del Centro de Investigación de la Orinoquia

Laboratorio de Microbiología Vegetal de la Universidad de los Llanos Por el acceso de los equipos durante el desarrollo de la investigación

A mis **Padres** por su colaboración, paciencia, confianza y a todas aquellas personas que de una u otra forma participaron en la realización del presente trabajo

Y a los **Señores Jurados**

DEDICATORIA

Le doy gracias a **Dios** por permitir que este en esta vida, por el Pan de cada día, por darme la fuerza para salir adelante en los momentos difíciles y por los grandes Padres que me ha dado

A mi Padre **JAIME HERNANDEZ GARCIA** y a mi madre **GLORIA ARDILA DE HERNANDEZ**, por estar a mi lado por su ánimo confianza, sacrificio, apoyo y una educación digna valiosa para mi trayectoria de mi vida

A mis Hermanos **ARLEY HERNANDEZ ARDILA Y JAIME STIVENS HERNANDEZ ARDILA** por su colaboración y paciencia que han tenido durante mi vida

A mi novio por sus enseñanzas



TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| INTRODUCCION | 1 |
| 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 3 JUSTIFICACION | 3 |
| 4 OBJETIVOS | 4 |
| 4 1 OBEJTIVO GENERAL | 4 |
| 4 2 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 4 |
| 5 MARCO REFERENCIAL | 5 |
| 5 1 Historia del cultivo del platano | 5 |
| 5 2 Distribucion geografica | 7 |
| 5 3 Clasificacion Taxonomica | 8 |
| 5 4 Clones | 10 |
| 5 5 Fertilizacion | 11 |
| 5 6 LAS MICORRIZAS | 12 |
| 5 6 1 Definicion | 12 |
| 5 6 2 Tipos de Micorrizas | 13 |
| 5 6 2 1 Ectomicorrizas | 13 |
| 5 6 2 2 Endomicorrizas | 14 |
| 5 6 2 3 Ectendomicorrizas | 14 |
| 5 7 Fisiologia | 15 |
| 5 8 Clasificacion Taxonomica de la Micorriza V-A | 15 |
| 5 9 Tecnicas de Aislamiento y Colonizacion de las Micorrizas Vesiculo- Arbuscular | 17 |
| 6 MATERIALES Y METODOS | 18 |
| 6 1 MATERIALES | 18 |
| 6 2 LOCALIZACION | 19 |
| 6 3 TOMA DE LAS MUESTRAS DE SUELO | 20 |
| 6 4 PROCEDIMIENTO DEL LABORATORIO | 20 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 6 4 | PROCEDIMIENTO DEL LABORATORIO | 20 |
| 6 4 1 | TECNICA DE SEPARACION DE ESPORAS A PARTIR DEL SUELO | 20 |
| 6 4 2 | TINCION DE RAICES | 21 |
| 6 4 3 | CUANTIFICACION DE LA COLONIZACION | 22 |
| 6 4 4 | ESCALA PARA CARACTERIZACION TAXONOMICA DE H M V A | 22 |
| 6 4 4 1 | CALCULO PARA MEDIR EL TAMAÑO DE LA ESPORA | 22 |
| 6 4 5 | DISEÑO EXPERIMENTAL | 23 |
| 6 4 6 | ESTADISTICA | 24 |
| 7 | RESULTADOS Y DISCUSION | 25 |
| 7 1 | MICORRIZAS V-A NATIVAS IDENTIFICADAS Y ASOCIADAS AL CULTIVO DEL PALTANO (<i>Musa sp</i>) EN LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO (Fincas Guayabal y las Margaritas) Y VILLAVICENCIO | 25 |
| 7 1 1 | DESCRIPCION DE ESPECIES DE HONGOS MICORRIZAS V A NATIVAS ENCONTRADAS EN LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO Y VILLAVICENCIO | 25 |
| 7 1 1 1 | <i>GENERO GLOMUS</i> | 25 |
| 7 1 1 1 1 | <i>Glomus tenebrosum</i> | 25 |
| 7 1 1 1 2 | <i>Glomus geosporum</i> | 25 |
| 7 1 1 1 3 | <i>Glomus manihotis</i> | 25 |
| 7 1 1 1 4 | <i>Glomus reticulatum</i> | 26 |
| 7 1 1 1 5 | <i>Glomus etunicatum</i> | 26 |
| 7 1 1 1 6 | <i>Glomus macrocarpum</i> | 26 |
| 7 1 1 1 7 | <i>Glomus albidum</i> | 26 |
| 7 1 1 1 8 | <i>Glomus agregatum</i> | 27 |
| 7 1 1 2 | <i>GENFRO ACAULOSPORA</i> | 27 |
| 7 1 1 2 1 | <i>Acaulospora tuberculata</i> | 27 |
| 7 1 1 2 2 | <i>Acaulospora morrowiae</i> | 27 |
| 7 1 1 2 3 | <i>Acaulospora splendida</i> | 28 |
| 7 1 1 2 4 | <i>Acaulospora rehmu</i> | 28 |
| 7 1 1 3 | <i>GENERO LNTROPHOSPORA</i> | 28 |
| 7 1 1 3 1 | <i>Lntrophospora infrequens</i> | 28 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7 2 | POBLACION DE MICORRIZAS V-A NATIVAS DE FUENTE DE ORO | 29 |
| 7 3 | POBLACION DE MICORRIZAS V-A NATIVAS DE VILLAVICENCIO | 30 |
| 7 4 | PORCENTAJE DE COLONIZACION DE LAS MICORRIZAS V-A NATIVAS, ASOCIADAS AL CULTIVO DEL PLATANO (<i>Musa sp</i>) DE LAS DOS LOCALIDADES | 32 |
| 7 5 | INFECCION EN RAICES EN EL CULTIVO DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO (Fincas de Guayabal y las Margaritas) | 43 |
| 7 5 1 | INFECCION EN RAICES EN EL CULTIVO DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE VILLAVICENCIO | 45 |
| 7 5 2 | ANALISIS QUIMICO DEL SUELO | 46 |
| 7 5 3 | EFFECTOS DE LAS MICORRIZAS V-A NATIVAS COMERCIALES Y CON TRES DOSIS DE P EN LOS PRIMEROS ESTADOS DE DESARROLLO DE PLANTULAS DE PLATANO A NIVEL DE INVERNADERO | 46 |
| 8 | CONCLUSIONES | 63 |
| 9 | RECOMENDACIONES | 65 |
| 10 | BIBLIOGRAFIA | 66 |

LISTA DE FIGURAS

| | | Pagina |
|---------|--|--------|
| 1 | <i>Glomus tenebrosum</i> (40x) | 34 |
| 2-3 | <i>Glomus geosporum</i> (40x) | 34 |
| 4 | <i>Glomus manihotis</i> (40x) | 35 |
| 5 | <i>Glomus reticulatum</i> (40x) | 36 |
| 6 | <i>Glomus etunicatum</i> (40x) | 36 |
| 7 | <i>Glomus macrocarpum</i> (40x) | 37 |
| 8 | <i>Glomus albidum</i> (40x) | 37 |
| 9 | <i>Glomus agregatum</i> (40x) | 38 |
| 10 | <i>Acaulospora tuberculata</i> (40x) | 38 |
| 11 | <i>Acaulospora morrowiae</i> (40x) | 39 |
| 12 | <i>Acaulospora splendida</i> (40x) | 39 |
| 13 | <i>Acaulospora rehmi</i> (40x) | 40 |
| 14 | <i>Lntrophospora infrequens</i> (40x) | 40 |
| 15 | <i>Entrophospora colombiana</i> (40x) | 41 |
| 16 | <i>NN</i> (40x) | 41 |
| 17 | <i>Gigaspora</i> (40x) | 42 |
| 18 | <i>NN</i> (40x) | 42 |
| 19 y 20 | COLONIZACION DE MICORRIZAS V-A NATIVAS EN RAICES DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO (40x) | 43 |
| 21 y 22 | VESICULA DE MICORRIZA V-A EN RAICES DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO (40x) | 43 |
| 23-26 | HIFAS Y VESICULA DE MICORRIZAS V-A EN RAICES DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO (40x) | 44 |
| 27 y 28 | COLONIZACION DE MICORRIZAS V-A NATIVAS EN RAICES DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE VILLAVICENCIO (40X) | 45 |
| 29 y 30 | HIFAS Y VESICULA DE MICORRIZAS V-A EN RAICES DE PLATANO | |

| | | |
|---------|--|----|
| 29 y 30 | HIFAS Y VESICULA DE MICORRIZAS V-A EN RAICES DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE VILLAVICENCIO (40x) | 45 |
| 31-34 | LONGITUD DE RAIZ DEL MATERIAL HARTON A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO | 57 |
| 35-38 | LONGITUD DE RAIZ DEL MATERIAL HARTON A LOS 60 DIAS DEESTABLECIDO | 58 |
| 39-42 | LONGITUD DE RAIZ DEL MATERIAL BOROKU A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO | 59 |
| 43-46 | LONGITUD DE RAIZ DEL MATERIAL BOROKU A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO | 60 |
| 47 | HIFA <i>Glomus etunicatum</i> (40x) | 61 |
| 48 | HIFA <i>Entrophospora colombiana</i> (40x) | 61 |
| 49 | ESPORAS <i>Acaulospora tuberculata</i> (40x) | 61 |
| 50 | HIFA <i>Entrophospora colombiana</i> (40x) | 61 |
| 51 | HIFA <i>Glomus manihotis</i> (40x) | 61 |
| 52 | HIFA <i>Glomus manihotis</i> (40x) | 61 |
| 53 | HIFA <i>Glomus etunicatum</i> (40x) | 62 |
| 54 | HIFA <i>Entrophospora colombiana</i> (40x) | 62 |
| 55 | HIFA & VESICULA (40x) | 62 |
| 56 | HIFA (40x) | 62 |
| 57 | HIFA & ESPORA (40x) | 62 |
| 58 | ESPORA (40x) | 62 |

LISTA DE TABLAS

| | Página |
|--|--------|
| TABLA 1 RELACION DE GENEROS DE MICORRIZAS VESICULO ARBUSCULARES ENCONTRADOS EN LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO Y VILLAVICNCIO | 29 |
| TABLA 2 ESPECIES DE HONGOS DE MICORRIZAS ARBUSCULARES ENCONTRADAS EN CADA UNO DE LAS LOCALIDADES | 31 |
| TABLA 3 PROMEDIO EN ALTURA (cm), DIAMETRO DEL TALLO (cm), # DE HOJAS LONGITUD DE RAIZ (cm) NUMERO DE ESPORAS POR GRAMO DE SUELO Y PORCENTAJE DE COLONIZACION EN LAS PLANTULAS DE PLATANO EN LA PRIMERA EVALUACION DEL MATERIAL HARTON A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO | 49 |
| TABLA 4 PROMEDIO EN ALTURA (cm) DIAMETRO DEL TALLO (cm) # DE HOJAS LONGITUD DE RAIZ (cm) NUMERO DE ESPORAS GRAMO DE SUELO Y PORCENTAJE DE COLONIZACION EN LAS PLANTULAS DE PLATANO EN LA SEGUNDA EVALUACION DEL MATERIAL HARTON A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO | 50 |
| TABLA 5 PROMEDIO EN ALTURA (cm), DIAMETRO DEL TALLO (cm), # DE HOJAS, LONGITUD DE RAIZ (cm), NUMERO DE ESPORAS POR GRAMO DE SUELO Y PORCENTAJE DE COLONIZACION EN LAS PLANTULAS DE PLATANO EN LA PRIMERA EVALUACION DEL MATERIAL BOROKU A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO | 50 |
| TABLA 6 PROMEDIO EN ALTURA (cm) DIAMETRO DEL TALLO (cm) # DE HOJAS LONGITUD DE RAIZ (cm) NUMERO DE ESPORAS POR GRAMO DE SUELO Y PORCENTAJE DE COLONIZACION EN LAS PLANTULAS DE PLATANO EN LA SEGUNDA EVALUACION DEL MATERIAL BOROKU A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO | 51 |

LISTA DE GRAFICOS

| | | |
|-----------|---|----|
| GRAFICO 1 | POBLACION DE MICORRIZAS V-A NATIVAS DE FUENTE DE ORO | 30 |
| GRAFICO 2 | POBLACION DE MICORRIZAS V-A NATIVAS DE VILLAVICENCIO | 31 |
| GRAFICO 3 | PORCENTAJE DE COLONIZACION DE LAS MICORRIZAS V-A NATIVAS ASOCIADAS AL CULTIVO DEL PLATANO DE LAS DOS LOCALIDADES | 32 |
| GRAFICO 4 | ALTURA DE PLANTA, LONGITUD DE RAIZ, NÚMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION DE RAICES DEL MATERIAL HARTON A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO | 51 |
| GRAFICO 5 | ALTURA DE PLANTA, LONGITUD DE RAIZ NÚMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION DE RAICES DEL MATERIAL HARTON A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO | 52 |
| GRAFICO 6 | ALTURA DE PLANTA, LONGITUD DE RAIZ NÚMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION DE RAICES DEL MATERIAL BOROKU A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO | 53 |
| GRAFICO 7 | ALTURA DE PLANTA, LONGITUD DE RAIZ, NÚMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION DE RAICES DEL MATERIAL BOROKU A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO | 54 |
| GRAFICO 8 | EFFECTO DEL FOSFORO EN DOSIS (REQUERIDA, MEDIO Y BAJO) PROMEDIO EN ALTURA (cm), LONGITUD DE RAIZ, NUMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION VS DOS MATERIAL (HARTON Y BOROKU) A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO | 55 |

RESUMEN

El cultivo del plátano posee un gran potencial comercial a nivel Nacional y de exportación en los demás países, ya que se considera uno de los componentes principales de la canasta familiar pero presenta algunos limitantes como la escasa adopción de tecnología que permitan una reducción en los costos de producción especialmente en fertilización y problema fitosanitario

La utilización de un buen inoculante de alta calidad es gran alternativa para el agricultor por que gracias a estos microorganismos del suelo que contribuyen substancialmente en el establecimiento productividad y longevidad de los ecosistemas naturales y agroecosistemas, se llegaría a reducir los costos de producción

Además las micorrizas son un factor biológico de enorme importancia en el campo, ya que contribuye al desarrollo de la planta debido a su intervención en la absorción de nutrientes, especialmente fósforo, potasio y nitrógeno Al mismo tiempo esta simbiosis promueve la formación, en la rizosfera de un ambiente antagonico a microorganismos patógenos en tanto que se establece una relación sinérgica con los demás microorganismos beneficios del suelo

El Objetivo general de este trabajo de investigación es aislamiento e identificación de las esporas de los hongos Micorrizicos Arbusculares asociados al cultivo del plátano en dos fincas (Las Margaritas y Guayabal) de Fuente de oro y Villavicencio

La Fase de invernadero consistió en seleccionar los colinos de plátano de los dos materiales (Harton y Boroku) con su respectivo desinfección y manejo de ellos, para evaluar los efectos de las Micorrizas en cada uno de los tratamientos y con tres dosis de fósforo (requerida, media y baja) en los primeros estados de desarrollo de la plántula, se realizaron muestreo de suelo y de raíces a los 30 y 60 días de cada uno de los tratamiento y toma de datos de (altura de la plántula diámetro del tallo Número de hojas) cada 8 días en cada uno de los tratamientos de cada material Las muestras se llevaron al laboratorio para realizar el respectivo conteo de las esporas y a la vez determinar el porcentaje de colonización de ellas

Ademas se determino la poblacion y porcentaje de colonizacion de las esporas de las Micorrizas V-A nativas asociadas al cultivo del platano de la Localidad de Fuente de Oro y Villavicencio

En total se reportaron 5 generos de Micorrizas V-A nativas (*Glomus Acaulospora* *Entrophospora* y *N N*) y 39 especies asociados al cultivo de platano en la Localidad de Fuente de Oro y en Villavicencio se encontraron 3 generos de Micorrizas V-A nativas (*Glomus Acaulospora* y *Zigospora*) y 21 especies

El numero de esporas por gramo de suelo en los tratamientos del material Harton presentaron promedios de 33 y 96 esporas / gr suelo y en el material Boroku promedios de 28 y 80 esporas/ gramo de suelo y el porcentaje de colonizacion en todos fue ascendiendo cuando transcurrio el tiempo permitiendo buenos resultados como lo refleja los materiales Harton y Boroku, donde se encontro que hubo mayor desarrollo vegetativo, en los tratamientos con aplicacion de Micorriza comercial (*G manihotis*) con aplicacion de Micorriza nativa mas las comerciales y con aplicacion con Micorriza comercial (*G etunicatum*) con un promedio de 84 cm, 59cm y 59 cm de altura de la planta del material Boroku que en el Harton excepto el tratamiento con aplicacion de Micorriza nativa con un promedio de 64 cm de altura de la planta en el material Harton el cual presentaron buena aptitud para la micorrizacion, con diferentes niveles de colonizacion, diferentes numero de esporas/ gr de suelo con un buen desarrollo vegetativo y fitosanitario durante los 60 dias de evaluacion

Se concluye que las Micorrizas constituyen uno de los componentes mas valiosos de la diversidad biologica de los suelos, por sus efectos positivos sobre el rendimiento y desarrollo de los cultivos agricolas, por sus beneficios ambientales y por el aporte a la sostenibilidad de los suelos

SUMMARY

The cultivation of the banana possesses a great commercial potential at National level and of export in the other countries, since it is considered one of the main components of the family basket, but it presents some obstacles as the scarce technology adoption that you/they allow a reduction especially in the production costs in fertilization and problem fitosanitario

The use of a good inoculate of high quality is great alternative for the farmer for that thanks to these microorganisms of the floor that contribute substantially in the establishment productivity and longevity of the natural ecosystems and agro-ecosystems, you would end up reducing the production costs

The micorrizhical is also a biological factor of enormous importance in the field, since it contributes to the development of the plant due to their intervention in the absorption of nutritious, especially match potassium and nitrogen. At the same time, this symbiosis promotes the formation in the rizosfera, of an antagonistic atmosphere to microorganism's pathogens as long as a relationship sinergistica settles down with the other beneficent microorganisms of the soil

The general Objective of this investigation work is isolation and identification of the spores of the mushrooms Mycorrhizicos Arbusculares associated to the cultivation of the banana in two properties (The Daisies and Guayabal) of Source of gold and Villavicencio

The hothouse Phase consisted on selecting the Colin's of banana of the two materials (Harton and Boroku) with its respective disinfection and handling of them, to evaluate the effects of the Micorrizas in each one of the treatments and with three match dose (required he/she mediates and it lowers) in the first states of development of the plant they were carried out floor sampling and of roots to the 30 and 60 days of each one of the treatment and taking of data of (height of the plant diameter of the shaft Number of leaves) every 8 days in each one of the treatments of each material. The samples were taken to the laboratory to carry out the respective count of the spores

and at the same time to determine the percentage of colonization of them

You also determines the population and percentage of colonization of the spores of the Micorrizas V-TO native associated to the cultivation of the banana of the Town of Source of Gold and Villavicencio

In total they were reported 5 goods of Micorrizas V-TO native (Glomus, Acaulospora Entrophospora and N N) and 39 species associated to the banana cultivation in the Town of Source of Gold and in Villavicencio they were 3 goods of Micorrizas V-TO native (Glomus Acaulospora and Zigospora) and 21 species

The number of spores for gram of floor in the treatments of the material Harton presented averages of 33 and 96 spores / gr floor and in the material Boroku averages 28 and 80 spores / gram of floor and the colonization percentage in all were ascending when it lapsed the time allowing good results as it reflective the material Harton and Boroku, where it was found that there was bigger vegetative development, in the treatments with application of commercial Mycorrhiza (*G. manihotis*), with application of native Mycorrhiza more the commercial ones and with application with commercial Mycorrhiza (*G. etunicatum*) with an average of 84 cm 59cm and 59 cm of height of the it plants of the material Boroku that in the Harton, except the treatment with application of native Mycorrhiza with an average of 64 cm of height of the plant in the material Harton which presented good aptitude for the micorrizacion, with different colonization levels different number of spores / floor gr with a good vegetative development and fitosanitario during the 60 days of evaluation

You conclude that the Micorrizas constitutes one of the most valuable components in the biological diversity of the floors for their positive effects on the yield and development of the agricultural cultivations, for their environmental benefits and for the contribution to the sostenibilidad of the floors

INTRODUCCION

En el Departamento del Meta el cultivo del platano tiene no solo gran importancia estrategica dentro del sector rural, si no que ocupa un renglon tipico de las areas de economia campesina el cual su valor ha ido incrementando año tras año por considerarse uno de los componentes principales de la canasta familiar y como generador de abundante empleo rural

Todo esto gracias a que el Departamento del Meta cuenta con una gran Biodiversidad de climas y relieves aptos para su produccion y explotacion del platano

Dada la importancia socioeconomica que representa este cultivo para Colombia y en especial para el Departamento del Meta, es vital que se realice exhaustiva investigacion sobre los rendimientos e ingresos de cultivadores y de esta manera poder estimular el desarrollo del cultivo de platano

Las Micorrizas son un importante componente biologico del suelo que incide sobre la estructura, funcionamiento productividad y composicion de este cultivo agricolas y de otras especies vegetales

La importancia de la Micorriza –Arbuscular es una alternativa que contribuye a aumentar la eficiencia de la absorcion de nutrientes mejora la fertilidad del suelo, las relaciones hidricas en un ecosistema y mejorar la calidad y vigor de las especies vegetales evitan problemas patologicos a nivel del suelo

Con este trabajo se quiere determinar la poblacion de la Micorriza -Arbuscular en el suelo y su colonizacion a nivel de la raiz con fin de evaluar su efecto en el desarrollo del platano en estado de plantula

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El platano en el Departamento del Meta reúne condiciones optimas para su produccion y tiene buena aceptabilidad en el mercado pero requiere garantias de comercializacion para los pequeños productores. Tambien posee un gran potencial comercial a nivel de exportacion en los demas paises, ya que se considera uno de los componentes principales de la canasta familiar.

El aumento de la poblacion humana hace que la demanda de los productos alimenticios se incremente en mayor proporcion y favorezca la importancia socioeconomica que representa este cultivo para Colombia y en especial para el Departamento del Meta, es vital que se realice exhaustiva investigacion sobre los rendimientos e ingresos de cultivadores sobre la consecuencia negativa de la agricultura quimica ortodoxa, causante de la simplificacion de la estructura biologica del suelo, lo cual afecta seriamente la capacidad de produccion de cultivos hacia el futuro aumento en los costos de produccion y ocasiona perjuicios ambientales.

En el presente trabajo de Micorrizas -Arbusculares nativas asociadas al cultivo del platano en dos localidades en el Departamento del Meta, abre el camino para el desarrollo de futuras investigaciones que determine de manera mas precisa la importancia de las Micorrizas -Arbusculares como componente biologico del suelo que incide sobre las propiedades del mismo y de la planta de tal forma que se confirme la importancia de su uso como biofertilizante que mejora la disponibilidad del fosforo incrementa en el desarrollo rendimiento de la planta y disminuye los costos de produccion.



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
HEMEROTECA
Villavicencio Meta

3 JUSTIFICACION

Las Micorrizas Vesiculo-Arbusculares son microorganismos del suelo que contribuyen sustancialmente en el establecimiento productividad longevidad de los ecosistemas naturales y agroecosistemas, El establecimiento permite minimizar el impacto ambiental que pueden ocasionar los agroquimicos y la deforestacion de los bosques ademas por sus multiples interacciones ecologicas permite elevar los niveles productivos y dar un buen vigor a la especie vegetal

Este trabajo busca profundizar en el estudio de las Micorrizas -Arbusculares nativas asociadas al cultivo de platano en dos localidades en el Departamento del Meta (Fuente Oro y Villavicencio) ya que estos microorganismos desempeñan un papel importante en la nutricion de las especies vegetales se busca identificar y observar el comportamiento de la Micorriza Vesiculo-Arbuscular en el desarrollo del platano en estado de plantula, disminuir los costo de produccion y aumentar los rendimientos del cultivo

La principal funcion de las Micorrizas Arbusculares es como alternativa nutricional que favorece la absorcion de iones poco moviles del suelo particularmente fosfatos pero tambien zinc cobre y amonio Burket & Robson 1994 Tambien aporta al suelo y a la planta grandes beneficios que permite una mayor resistencia de las plantas a la sequia, a altas temperaturas a las toxinas (organicas e inorganicas) y a la acidez del suelo tambien favorece la fijacion simbiotica de N₂, cuyo proceso exige elevadas cantidades de P y Mo principalmente, a traves de mayor disponibilidad de estos nutrimentos por una parte y alta tasa fotosintetica que permite al hospedero efectuar el aporte de fotosintatos que requieren los simbiontes rizobios y HMA, sin afectar su biomasa

Ademas protege las plantas de organismos patogenos radicales por la accion de una barrera infranqueable de la raiz y la produccion de sustancias antibioticas que inhibe la accion de hongos patogenos y de nematodos (Sierverding 1991)

5 MARCO REFERENCIAL

5.1 Historia del cultivo del plátano

En Colombia las Musáceas comestibles se cultivan a lo largo y ancho del país desde el nivel del mar hasta los 2000 m s n m con una superficie de cultivo de 400 000 ha y una producción de 2.5 millones de toneladas. Lo anterior muestra la amplia variedad de condiciones ecológicas en las cuales se desarrolla el cultivo y es un indicativo de la importancia de la especie desde el punto de vista alimenticio y económico, puesto que se constituye en un producto básico de la dieta del pueblo colombiano.

Algunos clones del género *Musa* de frutos comestibles fueron introducidos desde el Asia por pueblos invasores o comerciantes tanto a la costa Oriental del África como al Asia menor y a las partes más cálidas de la cuenca Mediterránea. Quizás los primeros introductores fueron emigrantes indonesios que arribaron al continente Africano vía Madagascar a mediados del primer milenio después de Cristo. Los segundos fueron probablemente los árabes, quienes además diseminaron la caña de azúcar y los cítricos, por todo el ámbito de su dominio, tanto en el África como en el Asia menor, proceso que tuvo lugar durante los siglos VIII a X de la era cristiana (Sylvio L. Belalcazar Carvajal 1976).

Los portugueses aparentemente llevaron clones del África oriental a la Costa Occidental, aunque varios ya habían sido introducidos a través del continente por tribus nómadas. Así mismo introdujeron clones a las islas canarias después de 1402, pero allí el clima solo permite la producción de algunos. Desde mediados del siglo XVI, los plátanos eran conocidos y cultivados en varias islas de la Costa occidental africana, especialmente del archipiélago de Cabo Verde. Los portugueses probablemente llevaron desde la India otros clones, al África o al Brasil (Sylvio L. Belalcazar 1976).

En cuanto a la introducción a América el cronista Oviedo sostiene que el plátano fue llevado desde la gran Canaria a Santo Domingo por Fray Tomás de Berlanga en 1516. Sin embargo también se llegó a decir que procedía de América. De todas maneras sus afirmaciones no se basan en documentos sino ya había plátanos en Santa María la Antigua del Darién, Acla, Panamá y Nata (Sylvio L. Belalcázar 1976)

Es probable que el plátano fuera conocido por las tribus del Atrato desde 1535 fecha en que fue refundado San Sebastián por Alonso de Heredia. Desde esa fecha el plátano llegó al río San Juan debido a la difusión realizada por las tribus Chocoes, a través del Istmo de San Pablo.

Algunos autores coloniales y republicanos han defendido el indigismo del plátano en América y como apoyo a estas observaciones existen fósiles de plátano en museos colombianos. Sin embargo, los primitivos cronistas que vinieron en los primeros 30 años del siglo XVI se refieren al plátano como especie introducida (Sylvio L. Belalcázar 1976)

A esta apreciación, contribuyó el hecho de haberse generalizado el cultivo en forma rápida en toda la América intertropical, debido a los siguientes factores:

- a) Facilidad de propagación
- b) Diversas formas de consumo
- c) Y a la aptitud para producir bebidas fermentadas a partir de la pulpa madura

Esta suma de ventajas no podía pasar inadvertida para los pueblos indígenas los cuales se apropiaron de la planta directamente de los europeos por cuanto vivían cerca de los pueblos fundados por estos o a través de tribus aculturadas. Lo anterior explica la presencia del plátano entre tribus selváticas mucho antes de que llegaran los españoles.

La importancia de la Orinoquia Colombiana desde el punto de vista hidrográfico, constituye territorialmente la mayor parte de la cuenca alta y media del río Orinoco. Forman parte integral de la misma cuenca de los ríos Guaviare, Vichada, Tomo, Meta y una importante zona del río Cauca, integra así mismo en su escenario una importante gama de paisajes fisiográficos y diferentes tipos de suelo, que discurren desde la divisoria de aguas de la cordillera Oriental hasta el río Orinoco. El cual nos damos cuenta que la biología del suelo es siempre un estudio de

interés que seguirá contribuyendo al conocimiento de la agricultura y la biología. Gracias a la biodiversidad existente en la región se puede predecir que estudios sobre el tema determinaran posibilidades de desarrollo económico y social importantes que aun no se conocen. Es por esta razón el gran interés de realizar exhaustivas investigaciones en el cultivo del plátano ya que este cultivo tiene un alto costo de producción y se considera uno de los componentes principales de la canasta familiar y de abundante empleo.

5.2 Distribución Geográficas

El plátano a diferencia de otros cultivos de importancia económica se cultiva a todo lo largo y ancho del país bajo diferentes sistemas de producción desde cero hasta los 2 000 msnm dentro de un rango de temperaturas comprendido entre los 17 y 35 °C.

El cultivo de plátano en Colombia ha sido, históricamente, de subsistencia para el pequeño productor y, por lo tanto de alta dispersión geográfica. En el Quindío por ejemplo con cerca de 17 545 hectáreas de plátano tecnificado intercalado con café, se ha desarrollado la suficiente capacidad tecnológica como para concentrar geográficamente una producción competitiva así como para adaptarse a los constantes problemas fitosanitarios sobre todo a las enfermedades comunes a este cultivo como el moco y la *sigatoka* negra.

En general, aunque las regiones productivas se mantienen, la producción varía y se relocaliza con frecuencia, como consecuencia de los riesgos sanitarios. En efecto, entre 1994 y 1998, la región del piedemonte llanero (departamentos de Meta, Arauca y Casanare), perdió 15 mil hectáreas de plátano por problemas de *sigatoka*. Esta extensión se relocalizó en el departamento de Córdoba, que pasó de 10 597 hectáreas cosechadas en 1994 a 30 032 hectáreas en el 2000. Sin embargo de 1999 al 2000, Meta recuperó 5 966 hectáreas alcanzando 17 424 hectáreas sembradas. Caquetá creció en 4 802 hectáreas. Guaviare en 2 680 y Putumayo en 1 874 en el mismo lapso.

Este crecimiento regional representó entre 1999 y el 2000, el 36% de aumento, equivalente a 40 mil hectáreas, ocurrido después de que el cultivo del plátano cayó entre 1998 y 1999 en 24 mil hectáreas. Esta notable recuperación correspondió en un 31% (12 473 hectáreas), solo a Antioquia. Tanto en este departamento como en Córdoba estos excedentes han sido destinados a

la exportación, sobre todo desde 1998 periodo durante el cual la exportación de banano sufrió una ligera desaceleración (Fuente Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Cálculos Corporación Colombia Internacional 2004)

Datos de la producción Mundial de Platano En el año 2000 se cosechaba 5'029 997 Ha (crecimiento anual 1,4%) Producción 30'471 870 Ton (crecimiento anual 1 5%) Rendimiento 6,06% Ton/Ha (<http://www.cci.org.co/Manual del Exportador/Frutas/ Platano/platano>)2003

5.3 Clasificación Taxonomica

La planta de platano al igual que la de banano son monocotiledoneas, que por poseer sépalos coloreados y ovario adherente infero, se han situado dentro del orden de las Escitamineas Este orden posee seis familias, la mayoría de las cuales, con excepción de las Musaceas y las Bromeliaceas, tienen relación con plantas ornamentales de especial interés e importancia económica

De acuerdo con lo anterior, los platanos y los bananos comestibles hacen parte de la familia de las Musaceas que a su vez está dividida en tres subfamilias una de las cuales es la Musoidea cuyos miembros poseen entre otras características, hojas dispuestas en espiral y flores frecuentemente unisexuales

La subfamilia Musoidea está formada por dos géneros muy conocidos y difundidos por todo el mundo, como son el Ensete y el Musa, siendo este último el de mayor interés para el hombre, ya que por su naturaleza partenocárpica incluye un gran número de especies comestibles aunque también forman parte de algunas especies seminíferas

El género Musa, es una hierba estolonífera perenne cuyo tallo verdadero permanece corto hasta su diferenciación floral Sus hojas que son grandes y oblongas poseen pseudopetioles largos, que se ensanchan en vainas cuyo conjunto forma el seutallo La inflorescencia puede ser pendula, semipendula o erecta, con brácteas, generalmente deciduas de superficie lisa o surcada, convoluta o más o menos imbricada en la bellota Los cojines o nodulos florales compuestos por una o dos líneas de flores femeninas o hermafroditas en la parte basal y masculina en la distal El

perianto esta formado por dos tepalos libres en forma de quilla y en posición opuesta al primero. Cinco estambres y ocasionalmente un sexto, pero de naturaleza rudimentaria. El ovario es infero-trilocular y multiovulado.

El fruto es carnoso con semillas numerosas, excepción hecha de las formas partenocárpicas. Las semillas son irregularmente globosas, lenticulares o cilíndricas, con una cámara perispermática sobre el endospermo.

Este género está constituido por dos grupos con dos series o secciones cada uno cuyas diferencias, entre otros parámetros, están basadas en el número de cromosomas, la forma y coloración de las brácteas y la forma de las semillas. Por considerarlo de interés y además para facilitar la comprensión de los aspectos que caracterizan a las series o secciones que componen este género, dentro de las cuales sobresale por su importancia la denominada Eumusa, propuesta por (Cardeñosa (1954)).

En lo concerniente a la sección Eumusa catalogada dentro del género como la más difundida para varios autores, esta conformada por subgrupos los cuales incluyen a su vez las especies y clones más comunes. Al respecto, alguno de ellos considera tres subgrupos, mientras que Cardeñosa (1954) incluye cinco.

Taxonomía, clasificación y nomenclatura de los bananos y plátanos comestibles que se cultivan en Colombia

Clase Liliopsida

Orden Zingiberales

Familia Musaceas

Género Musa

Especie Spp

Como se dijo anteriormente, las musáceas tienen su origen en el Asia Sudoriental. La Musa acuminata tuvo su origen en la península de Malasia o islas cercanas, de donde fue llevada a otros lugares como las Filipinas y la India, donde se mezcló con ejemplares de Musa balbisiana dando

origen a grupos híbridos de los cuales se derivan los platanos y guineos. Prácticamente desconocidas en América aun a finales del siglo pasado eran consideradas frutas exóticas.

Según Simmonds la clasificación de bananos comestibles puede esquematizarse de la siguiente manera:

* Clones de genomas acuminata

Diploides (AA)

Triploides (AAA)

Tetraploides (AAAA)

* Clones con genoma acuminata y balbisiana

Diploides (AB)

Triploides con dominancia acuminata (AAB)

Triploides con dominancia balbisiana (ABB)

Tetraploides (ABBB)

* Los cultivares como bananos, platanos Carrare y Dominico, guineos son originados del cruce de *Musa acuminata* (AA) x *Musa balbisiana* (BB)

AAA Bananos como Cavendish y Gros Michel (no hubo hibridación pero sí poliploidía)

AAB Platanos como Carrare y Dominico

ABB Guineos como Cuadrado y Pelipita

5.4 CLONES

En cuanto a la distribución de estos cultivares, se podría decir que es de carácter nacional por la magnitud de cobertura puesto que se encuentran cultivados en pequeña o en gran escala en todos los pisos térmicos comprendidos entre el nivel del mar y los 2 000 metros de altitud (Sylvio L. Belalcázar 1969)

Entre estos tenemos

Clon “Dominico”

Se puede cultivar en todos los pisos termicos comprendidos entre el nivel del mar y los 2 000 metros de altitud, con temperaturas promedias maximas de 29° C La duracion del ciclo vegetativa se incrementa en proporcion directa con la altitud, varia de 10 a 12 meses, a 20msnm y alrededor de 24 y mas meses a los 2 000 msnm

Clon “Dominico – Harton”

Este clon se puede cultivar sin que se afecte el tamaño del racimo y la calidad de la fruta desde el nivel del mar hasta los 1 500 metros de altura

A partir de esta altitud su explotacion afronta problemas de comercializacion, relacionados con el rendimiento y la calidad de la produccion

Clon “Harton”

Este cultivar expresa su maximo potencial de rendimiento a nivel del mar pero se puede sembrar sin mayores problemas hasta los 1 000 msnm A partir de esta altitud se presentan problemas de mercadeo debido a que el tamaño del racimo no puede competir con los clones “Dominico’ y “Dominico- Harton”

5 5 Fertilizacion

En general la produccion agricola se ha relacionado estrechamente con la nutricion de la planta, que en si es un proceso bastante complejo que no depende exclusivamente de la presencia de determinados elementos en el suelo, sino tambien de ciertas acciones e interacciones con la planta y el medio ambiente para que ellos una vez convertidos a forma asimilables puedan ser absorbidos, translocados, transformados y utilizados en diferentes procesos fisiologicos de la planta

En si la fertilizacion depende de los requerimientos nutricionales de la planta y se hace en base al analisis quimico del suelo

El gran valor de la micorriza en la mayoría de los casos, estimula el crecimiento vegetal como consecuencia de su efecto sobre la nutrición mineral del hospedero fundamentalmente debido al incremento en la absorción de P una gran importancia si se toma en cuenta que los suelos de las zonas tropicales suelen ser ácidos y pobres en nutrientes y que el fósforo en particular es uno de los elementos que limita más la productividad de los suelos en Colombia. Es claro que la función más importante de la M-V-A para la planta es la nutricional.

Además de otros beneficios directos de la MVA sobre la planta consisten en inducir la síntesis de hormonas vegetales, mejorar la resistencia o tolerancia de la planta a enfermedades radiculares y aumentar la eficiencia de otros simbiontes como *Rhizobium*.

El gran interés de este trabajo a través del cultivo de plátano es considerar el uso de la MVA como una alternativa que contribuye a la reducción de insumos- como de fertilizantes, y el manejo de una agricultura sostenible y biológica, ya que este cultivo requiere de un alto consumo de agroquímicos que incrementan los costos de producción y ocasionan perjuicios ambientales. Es de gran importancia estudiar este cultivo ya que el plátano maduro es un alimento muy digestivo, pues favorece la secreción de jugos gástricos, por tanto es empleada en las dietas de personas afectadas por trastornos intestinales y en la de niños de corta edad. Tiene un elevado valor energético (11-27 kcal/100 g), siendo una importante fuente de vitaminas B y C, tanto como el tomate o la naranja. Numerosas son las sales minerales que contiene, entre ellas las de hierro, fósforo, potasio y calcio.

5.6 LAS MICORRIZAS

5.6.1 Definición

La Micorriza es la asociación mutualista entre algunos hongos del suelo y la raíz de la mayoría de las plantas. En ella, el micelio del hongo infecta la corteza radical a modo de endosito y proyecta sus hifas tanto al interior como al exterior de la raíz. De hecho, la micorriza es la infección fúngica más extendida en el reino vegetal y los hongos micorrizógenos contribuyen de manera sustancial a la biomasa del suelo.

La Micorriza es el producto de un proceso de coevolucion entre plantas y hongos como parte del avance colonizador de las plantas acuaticas primitivas hacia el medio ambiente terrestre (Simon et al 1993) En las cuales el hongo depende de la planta para el suministro de carbono y de un nicho ecologico, a su vez el hongo colabora con la planta en la absorcion de nutrientes minerales del suelo, especialmente fosforo, mejora el transporte de agua en las plantas y la ayuda a soportar condiciones adversas del suelo (Sanchez 1999)

5 6 2 Tipos de Micorrizas

El sistema tradicional de clasificacion de las Micorrizas se basa en criterios morfologicos que definen dos categorias basicas

- a) Ectomicorriza
- b) Endomicorriza
- c) Ectendomicorriza

En la **Ectomicorriza**, el hongo forma sobre la superficie de la raiz un manto micelial y las hifas que penetran la corteza radical se distribuyen de manera intercelular ofreciendo, al microscopio, un aspecto de red que se ha bautizado como red de Hartig En la **Endomicorriza** es cambio no se forma manto fungico y las hifas del endosito crecen no solo inter sino tambien intracelularmente **La Ectendomicorriza**, por ultimo seria la categoria que incluye aquellas formas intermedias entre las dos anteriores con red de Hartig e hifas intracelulares, en realidad, se trataria de una variante de la Ectomicorriza (Azcon- Aguilar y Barea 1980)

Segunda definicion

5 6 2 1 Ectomicorriza La colonizacion de la raiz por las ectomicorrizas induce la ramificacion y el engrosamiento y/o el cambio de coloracion de las raices lo cual puede observarse visualmente en el sistema radical El sistema radical es bastante modificado por la presencia de los hongos micorrizicos que forman un tejido de hifas llamado el manto que cubre la superficie de la raiz, las hifas del hongo penetran entre las celulas de la raiz pero nunca dentro de las

celulas siendo este el punto de diferencia con la endomicorrizas Las celulas parecen estar separadas por una red de hifas denominadas red de Hartig, (Burbano 1989)

Son muy importantes para la nutricion forestal y en el proceso de reciclaje de nutrientes en los ecosistemas forestales Las ectomicorrizas son por lo general Basidiomicetos y mas especificamente, miembros de la subfamilia de los Agaricales o Gasteromicetos Algunos Ascomicetos tambien forman ectomicorrizas aunque con menor frecuencia (Burbano 1989)

5 6 2 2 Endomicorrizas En mas del 90% de los casos las micorrizas son de tipo llamado Vesiculo Arbuscular (MVA) El nombre procede de sus estructuras caracteristicas los arbusculos que se forman por division dicotomica de las hifas del hongo en el interior de las celulas de la corteza de la raiz y las vesicula, de reserva inter o intracelulares

Las M A se forman entre los hongos de la clase Zigomycetes orden Glomales y raices de las plantas superiores

Los hongos endomicorrizicos son simbioses fisiologicamente obligados porque aun no se ha logrado su cultivo "in vitro² y necesitan colonizar la raiz para esporular y completar su ciclo de vida Estos hongos son habitantes muy comunes del suelo, se puede encontrar en cualquier ambiente ecologico incluso en condiciones adversas por estres nutritivo, hidrico y otros (Barea, 1990) Se caracteriza por la penetracion del hongo inter e intracelularmente ausencia de manto y acentuadas modificaciones anatomicas en las raices no visibles a simple vista (Sanchez de P 1993)

5 6 2 3 Ectendomicorrizas Constituyen una etapa intermedia entre los otros dos tipos de Micorrizas Son producidas por hongos de identidad desconocida que crecen en las celulas corticales de la raiz o en torno a ellas y pueden tener o no un manto fungoso sobre la superficie de las raices alimentadoras (Agnos, 1991)

Las ectomicorrizas a diferencia de las endomicorrizas tienen una distribucion mucho mas limitadas y una morfologia microscopicamente visible caracterizada por raices cortas e

hinchadas ramificaciones dicotómicas rodeadas por el manto hifal de color claro u oscuro según el tipo de manto simbiote (Patiño 1989)

5.7 Fisiología

Las Micorrizas juegan un papel importante en la fisiología de las plantas porque aumentan la capacidad para absorber nutrientes. Tres pueden ser las razones para que haya el incremento en la absorción:

- 1 Las hifas pueden extenderse varios centímetros desde las raíces aumentando así la superficie del suelo para la absorción de aquellos elementos de poca movilidad como el fósforo
- 2 Las Micorrizas pueden ser importantes para la nutrición de las plantas porque los hongos pueden disolver minerales de sílice en algún grado, liberando elementos esenciales para aquellos
- 3 Las hifas son de menor dimensión que las raíces de las plantas por lo tanto pueden penetrar entre los poros más fácilmente lo que repercute favorablemente en la extracción de nutrientes (Sieverding, 1991)

5.8 Clasificación Taxonómica de las Micorrizas Vesículo-Arbusculares

Los hongos con capacidad micorrizogena están bastante distanciados filogenéticamente e infectan amplios y diversos grupos de plantas hospedadoras. En general, ellos se encuentran distribuidos entre los principales grupos de hongos verdaderos (Eumycetes).

Uno de los elementos metodológicos de importancia en la investigación sobre Micorrizas es la identificación de los hongos, lo cual consume mucho tiempo y ofrece dificultades si se tiene en cuenta la escasez de especialistas en taxonomía. En particular, la sistemática y taxonomía de los hongos Vesículo-Arbusculares (Zygomycetes Glomales) son disciplinas que se encuentran en plena evolución. La clasificación y los arreglos filogenéticos de estos hongos son objeto de frecuentes revisiones por parte de los especialistas (Guerrero 1996).

Durante muchos años, los hongos formadores de Micorrizas Vesículo Arbuscular se ubicaron en el orden Endogonales, junto al género no micorrizico Endogone Sin embargo a la luz de consideraciones filogeneticas se establecio que su condicion simbotica constituia criterios suficientes para agruparlos en un taxon particular, lo cual dio origen al orden de los Glomales y a un re-arreglo de familias

**Clasificacion Taxonomica de los hongos formadores de Micorriza arbuscular,
propuesta por Morton y Redecken (2001)**

| | |
|-------------------|---------------------------------------|
| CLASE Zigomicetos | |
| ORDEN Glomales | |
| SUBORDEN | |
| GLOMINEAE | |
| FAMILIA | → |
| PARAGLOMACEAE | GENERO Paraglomus |
| FAMILIA | → |
| ARCHAEOSPORACEAE | GENERO Archaeospora |
| FAMILIA | → |
| GLOMACEAE | GENERO Glomus |
| FAMILIA | → |
| ACAULOSPORACEAE | GENERO Entrophospora y Acaulospora |
| SUBORDEN | |
| GIGASPORINEAE | |
| FAMILIA | → |
| GIGASPORACEAE | GENERO Gigaspora y Scutellospora |

[http //invam caf wvu edu](http://invam.caf.wvu.edu) 2001

La importancia de la Micorrizas Vesículo-Arbuscular asociada al sistema radicular del platano justifica los esfuerzos que se realicen en la investigacion de los HMA el cual contribuyen a restablecer el ciclo de nutrientes entre el suelo y la vegetacion al estimular el uso de nutrientes limitantes, especialmente el fosforo, por parte de las plantas ayuda a disminuir los costo de

producción, a minimizar el impacto ambiental que puede ocasionar los agroquímicos y mantener el buen desarrollo de la planta, e incrementando la producción del cultivo la micorriza favorece la absorción de agua efecto particular en zonas áridas (Francis & Read 1994)

El estudio y análisis del desempeño ecofisiológico de las plantas se de vital importancia para aumentar la productividad de los cultivos y ampliar la adaptación de una especie de interés económico a condiciones ambientales diversas

5.9 Técnica de Aislamiento y Colonización de las Micorrizas Versículo Arbuscular (OHMS 1957)

- Técnica de separación de esporas a partir del suelo

Se busca separar las esporas del suelo a través de diferentes tamices, luego se procede lavar las raíces con el fin de eliminar los excesos de azúcar y evitar que las esporas se revienten, luego se procede a realizar el conteo y posteriormente la identificación de las esporas de Micorrizas (OHMS 1957)

- Tinción de raíces (Técnica de Phillips y Hayman 1970)

Se toman las raíces del plátano, se lavan cuidadosamente con agua destilada luego se colocan en un tubo para agregarle cada uno de los reactivos y luego se procede a observar al microscopio para ver la infección de las Micorrizas en las raíces de la planta

- Cuantificación de la colonización presente

La tinción de raíces se hace para la determinación del porcentaje de raíz colonizada y conocer la calidad de un inóculo para ello se considera muy importante determinar el crecimiento de la MA dentro de la raíz, ya que las raíces micorrizadas presentan un gran potencial como fuente de inóculo especialmente en cuanto micelio (interno y externo)

- Escala para caracterización taxonómica de hongos M V A

Con esta escala se busca la identificación de los géneros y especies de hongos M V A, donde se realizara por medio de la clave taxonómica de H M V A de Shenck y Perez 1990 Luego se procede a identificar las esporas encontradas a continuación se realizaran mediciones de tamaño

de cada una de ellas. Luego se cuentan el número de unidades que representa, esto se multiplica por el Valor micrométrico (V M) que corresponda al objetivo usado (10x 40x 100x)

6 MATERIALES Y METODOS

6.1 Materiales

- Tamices
- Vidrerie
- Centrifuga
- Microscopio
- Estereoscopio
- Equipo de disección
- Estufa
- Jeringa
- Bolsa de papel
- Papel Kraft
- Tijeras
- Raíces de plátano
- Azúcar
- Agua destilada
- Muestra de suelo
- Agua corriente
- KOH 10%
- HCL 10%
- Tinta Parker al 0.05%
- Azul de lactofenol
- Glicerina
- Esmalte
- Polivinil

- Camara fotografica
- Libreta de apuntes
- Papeleria
- Bolsas de 5 kilos
- Papel Contac
- Aguja
- Cubre Objetos
- Porta Objetos
- Preparacion del suelo (1 de cascarilla, 3 de tierra, 300 gr de caldolomita) y su desinfeccion con Vanodyne (10cc del producto/ 5 litros de agua) para todos los tratamientos de los dos materiales

6 2 Localizacion

Granja Universidad de los Llanos Vereda Barcelona latitud norte de 4° 3' y longitud Oeste de 63° 38' altura 387 m s m precipitacion anual promedio 3479 mm humedad relativa 82%, temperatura media anual 25.2 °C temperatura maxima anual 32.5 °C, temperatura minima anual 18.5 °C y en las instalaciones del laboratorio de microbiologia vegetal y fitopatologia de la Universidad de los Llanos (Fuente INAT)

Fuente de Oro En dos fincas de fuente Oro (las Margaritas y Guayabal) Latitud norte de 0 3°28' y longitud Oeste de 73°38' altura 300 m s n m precipitacion media anual 224.5 mm, humedad relativa media anual 80.58%, temperatura media anual 25.7 °C, temperatura maxima anual 33.2 °C temperatura minima 19.1 °C Brillo solar anual 141 Horas/mes (Fuente INAT)

6 3 Toma de las muestras de suelo

Las muestras se tomaran del lote de cultivos comerciales de la granja Unillanos Vereda Barcelona y Fuente de Oro (las Margaritas y Guayabal), se tomo 1 muestra con 5 submuestra alrededor de la planta con 3 repeticiones por cada finca a una profundidad de 20 cm, con un peso de 500 gramos de suelo cada una las submuestra se tomo alrededor de la planta estas muestras

fueron llevadas a una bolsa de papel manila se mezclaran uniformemente y se tomo 1 Kg de este suelo por finca

De cada planta (5) por lote se tomaron alrededor de la raiz aproximadamente 15 gramos de raicillas, para llevar al laboratorio y procesarlas para determinar la colonizacion segun metodologia de (OHMS, 1957)

6 4 PROCEDIMIENTO DEL LABORATORIO

6 4 1 Técnica de separacion de esporas a partir del suelo

- a) Tomar 60 gramos de suelo
- b) Depositar en un Beaker de 1000 ml
- c) Agregar agua destilada esteril
- d) Agitar durante 20 minutos
- e) El suelo debe quedar totalmente disuelto
- f) Posteriormente la solucion se pasa por los tamices (14, 275 y 325) teniendo en cuenta de colocar el 14 en la parte superior luego 275 y por ultimo el 325
- g) Luego colocar al chorro de agua para realizar un pequeño lavado
- h) Dejar decantar los tamices y se recoge el suelo que haya quedado en los dos ultimos tamices en tubos de centrifuga teniendo en cuenta de no llenarlos totalmente
- i) Agua azucarada al 60%
- j) Una vez colocado todo el suelo en los tamices en tubos de ensayo para centrifuga con la ayuda de una jeringa se deposita la solucion azucarada al 60% en el fondo de cada tubo
- k) Se coloca en la centrifuga a 1000 r p m durante 10 minutos
- l) Se sacan los tubos de la centrifuga y se vierte el sobrenadante en el tamiz 325 al chorro de agua y lavar con el fin de eliminar los excesos de azucar y evitar que las esporas se revienten
- m) Recoger con ayuda del frasco lavador lo que quede en el tamiz 325 en un beaker con aproximadamente 40ml de agua para realizar el conteo y posterior identificar las esporas de Micorrizas



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
HEMEROTECA
Villavicencio - Meta

6 4 2 Tincion de raices (Tecnica de Phillips y Hayman 1970)

- a) Separar las raicillas del suelo o separar una submuestra del sistema radical total (Aproximadamente 10 gramos)
- b) Colocar cada submuestra de raicillas, las mas delgadas en tubos de ensayos ubicados en una gradilla apropiada
- c) Vertir con un dispensador agua corriente a cada tubo y agitar fuertemente Repetir varias veces dependiendo de la cantidad de suelo adherido a la raicillas
- d) Cuando no se vas a iniciar el proceso inmediatamente despues de lavado se agrega a cada muestra, solucion de alcohol al 10%, para conservacion maximo dos meses
- e) Escurrir bien cada muestra y agregar solucion de KHO al 10% hasta abrir cada muestra, llevar al baño maria (colocando previa a calentar), manteniendo un promedio de 75°C por un tiempo entre 8-15 minutos
- f) Decantar (escurrir la solucion de KHO)
- g) Lavar cada muestra usando dispensador con agua corriente o destilada una tres veces mas agitar cada vez escurrir y agregar solucion de HCL al 10%, sin calentamiento (al medio ambiente) durante 8 a 15 minutos agitando varias veces en este tiempo, para lograr buena neutralizar del KHO Se observa blanquear bien las raices
- h) Decantar las soluciones de HCl Puede enjuagarse una vez con agua destilada
- i) Escurrir y agregar la tinta Parker azul de trepano al 0,05% por un tiempo de 8-10 Minutos colocados las muestras en baño maria entre 80-90°C
- j) Decantar la solucion de tincion (para reutilizarla)
- k) Enjugar las raicillas con agua destilada una vez para remover exceso de colorante dejarlas en poco agua destilada para su pronto montaje en laminillas de vidrio o guardarlas en glicerina o glicerol cuando se va a tardar la observacion

6 4 3 Cuantificación de la colonización presente

- a) Se cuenta el número de campos visualizado en cada segmento para tener el total de campos en los 10 segmentos de la placa
- b) Para calcular el porcentaje de colonización se relacionan el número de campos colonizados con el total de campos observados en cada placa así

$$\% \text{ de colonización} = (\text{NCI} / \text{NTCO}) \times 100$$

NCI = Número de campos Colonizados NTCO = Número total de campos observados

6 4 4 Metodología para caracterización taxonómica de hongos M V A

La identificación de los géneros y especies de hongos M V A se hicieron con base a las siguientes características morfológicas que presentan como color tamaño, forma, número de paredes número de membranas, algunas por su hifa de suspensión, se realizara por medio de la clave taxonómica de H M V A de Shenck y Perez 1990 Para la clasificación se conto con la ayuda de la Doctora Maria del Rosario Silva

6 4 4 1 Cálculo para determinar el tamaño de la espora

Para identificar las esporas encontradas es necesario hacer mediciones del tamaño de cada una de ellas para ello se aplica la siguiente metodología

Para medir las esporas en el campo del microscopio se hace coincidir un extremo o división menor de la escala del micrometro ocular y el otro extremo el borde de la espora se mide (se gira el ocular para poner la escala paralela al eje a medir) Se contarán el número de unidades del micrometro ocular que representa la espora es decir las asignadas en la reglilla del ocular del microscopio y van de 0 a 10 Luego de obtener el valor procedemos a aplicar la fórmula French, R Hebert, T 1980 así

$$\text{VM} = \frac{\text{Medida de Micrometrico de platina en micra}}{\text{Unidades del Micrometrico ocular (10x, 40x, 100x)}} \times 100$$

Valor micrometrico correspondiente a cada objetivo

French, R Hebert T (1980)

| | | |
|-------------|----------|------|
| OCULAR 10 X | Objetivo | V M |
| | 10 X | 16 7 |
| | 45 X | 3 7 |
| | 93 X | 1 65 |

6 4 5 Diseño experimental

Para este trabajo se utilizo un diseño de bloques completos al azar donde el tratamiento se aplico a cada uno de los materiales seleccionados (Africa, Harton) los cuales se comparan entre si para determinar cual fue el material que presenta mayor desarrollo del platano en estado de plantulas y cual fue el de mayor incremento de esporas de Micorrizas Versiculo- Arbusculares, bajo condiciones de invernadero

- Se utilizaron dos materiales de platano en estado de plantula (Africa, Harton) para evaluar los efectos de las Micorrizas Vesiculo- Arbusculares en el desarrollo de los materiales
- Se instalaron 4 tratamientos con tres repeticiones y un testigo donde se utilizo una plantula de platano como unidad experimental para cada variedad y otra con aplicaciones de dosis de fosforo comercial (requerida media y baja) bajo condiciones de invernadero

Niveles de extraccion del platano Kg/ ha año/ 1600 plantas

| N | P | K | Ca | Mg | S | B | Zn | Cu |
|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| 220 | 105 | 430 | 220 | 60 | 30 | 4 6 | 2 2 | 1 5 |

Fuente Marchal y Mallesand, 1979

La aplicacion de fosforo se realizo al momento de la siembra para cada colino de cada material, para los dos meses (gr/ planta) Los niveles de extraccion del platano se fraccionaron en dos aplicaciones (al momento de la siembra y antes de la floracion)

| Aplicacion de P ₂ O ₅ requerido | Aplicacion de P ₂ O ₅ medio | Aplicacion de P ₂ O ₅ bajo |
|---|---|--|
| 33 gramos/planta | 16 5 gramos/planta | 8 25 gramos /planta |

- d) El inoculo utilizado fue el nativo y las cepas del CIAT (*Entrophospora Colombiana*, *Glomus etunicatum*, *Glomus monihotis*) en dosis de 10 gramos por materia con una poblacion de 36 esporas por gramo. Ademas se utilizo la mezcla de los dos inoculos el nativo y del CIAT. Los tratamientos en los materiales Harton y Boroku fueron

Tratamientos 1 *Glomus etunicatum*, 2 *Glomus manihotis*, 3 *Entrophospora colombiana*, 4 Aplicacion de fosforo requerido, 5 Aplicacion de fosforo medio, 6 Aplicacion de fosforo bajo, 7 Aplicacion de Micorriza nativas mas comerciales (Mezcla), 8 Aplicacion de Micorriza nativa y 9 El testigo

- e) Luego se inocularon las plantulas de las dos variedades de platano. Despues de 2 meses de desarrollo de las plantulas se tomaron datos de

1 Altura de la planta, 2 Grosor del tallo, 3 Longitud de la raiz, 4 No de hojas, 5 No de esporas por gramo. Y porcentaje de colonizacion en cada uno de los tratamientos

6.4.6 Estadística

El analisis estadístico realizado en este trabajo es descriptivo y se calculo el Índice de la diversidad de Shannon a la poblacion de micorrizas recolectada en Fuente Oro y Villavicencio

Formula del Índice Shannon

(n_i/N) = Predominio de la especie, $H = [-\sum (n_i/N) \log (n_i/N)]$ Diversidad de las especies

$D = \sum (n_i/N)^2$ al cuadrado

$H = - \sum (n_i/N) \log (n_i/N)$

\log = logaritmo natural de la relacion

n_i = numero u otro valor de importancia (biomasa, productividad, cobertura, etc) de cada componente (por ejemplo especies)

N = el valor total de valores de importancia

Las relaciones para cada componente se elevan al cuadrado y se suman para obtener el índice de Shannon

Los índices tienen rango numerico dentro de la escala de 0-1

0 es la minima diversidad posible y 1 aproximado a este valor, representa la maxima diversidad para un numero dado de clases

7 RESULTADOS Y DISCUSION

7 1 MICORRIZAS VESICULO- ARBUSCULARES NATIVAS IDENTIFICADAS, ASOCIADAS AL CULTIVO DE PLATANO (*Musa sp*) EN LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO (FINCAS DE GUAYABAL Y LAS MARGARITAS) Y VILLAVICENCIO

7 1 1 Descripción de las especies de Micorrizas Vesicular-Arbusculares nativas encontradas en la Localidad de Fuente de Oro y Villavicencio

7 1 1 1 *GENERO GLOMUS*

7 1 1 1 1 *Glomus tenebrosum*

Esporas globosas o subglobosas de (200-) 240 (-270) X (205-) 230 (-270) μm La pared de la espora normalmente, es solo una y amarilla o café muy oscura La superficie de la espora es lisa o puede llevar tuberculos aplanados (Figura 1)

7 1 1 1 2 *Glomus geosporum*

Las clamidosporas se encuentran de forma individual en el suelo De forma globosa a subglobosa o elipsoide Son de color amarillo brillante – café y transparente o translúcida cuando son jóvenes y en su madurez cambian a un color amarillo oscuro – café a rojo oscuro – café Son uniformes, lisas y brillantes o con una apariencia opaca Su tamaño varia de 110-290 milimicras (Shenck y Perez, 1990) (Figura 2 y Figura 3)

7 1 1 1 3 *Glomus manihotis*

Esporas de contenido blanco, puede ser de color amarillo o amarillo oscuro cuando se encuentran maduras Las paredes externas e internas estan separadas, ocasionalmente se presentan rotas La hifa de suspension puede ser hialina o subhialina Pueden presentar forma globosa o subglobosa

con un tamaño que varía de (145-) 170-235 (-450) milimicras de diámetro. También se pueden encontrar esporas de forma elipsoide, obovoide y ocasionalmente irregular (Figura 4)

7 1 1 1 4 *Glomus reticulatum*

Las clamidosporas son globosas de 130-170 μm son de color amarillo y formado por una capa de 10-15 μm la capa interna es distinta a la capa externa ya que esta tiene 5-7 μm de diámetro liso o con figuras. La capa interna es reticulada de 8-10 μm d diámetro con poros (Figura 5)

7 1 1 1 5 *Glomus etunicatum*

Las clamidosporas pueden presentar forma globosa a subglobosa. Su diámetro varía de 68-144 (162) milimicras. Puede ser lisa o dura. Esporas con una o dos hifas de suspensión (rara vez) y va unida por la pared interna de la espora. Pueden ser de color amarillo a café, aunque su pared externa es hialina (Figura 6)

7 1 1 1 6 *Glomus macrocarpum*

Las esporas tienen forma subglobosa o globosa a irregular y usualmente son más largas que anchas. Tienen un tamaño que varía de (90-) 120 (-140) x (70-) 110 (-130) milimicras. La pared de la espora está compuesta de dos capas diferentes: la exterior que es hialina y delgada y la interior que es amarilla y gruesa (Figura 7)

7 1 1 1 7 *Glomus albidum*

Son clamidosporas de 85-95x168-198 o 85-95x168-197 μm de diámetro globosas, ovoides o irregulares de color naranja a hialinas o naranja opaca a amarilla. Las paredes de las esporas son continuadas con las paredes de las hifas. Una hifa mide 3-5-15 μm de longitud (Figura 8)

7 1 1 1 8. *Glomus agregatum*

Las esporas son globosas, de forma oblonga a irregular, el diametro es 40-120 μ m , las paredes pueden ser hialinas o de color amarillo palido Ellos se forman sporocarpos individualmente en la tierra o en las raices colonizadas

La pared de la espora consiste en 1-2 capas (L1 L2) Cada capa es de 1-3 μ m de espesor (mas ancho que la hifa de suspension), y su color es de amarillo palido a amarillo –cafe (Figura 9)

7 1 1 2 *GENERO ACAULOSPORA*

7 1 1 2 1 *Acaulospora tuberculata*

Esporas globosas a subglobosas, con un tamaño que varia de 225-327 x 225-340 milimicras de color amarillo brillante – cafe a claro en su juventud, dependiendo de la oscuridad pueden ser cafe claro y algunas veces negro rojizo en su madurez La superficie de la espora esta cubierta uniformemente con protuberancias 0,7-1 1 milimicras de altas De 1,5 milimicras de diametro en la base, la pared de la espora esta constituida de 3 capas o membranas, una externa amarillo claro, capa gruesa de 7-12 milimicras una capa media cafe claro, mas o menos 1 5 milimicras y densa la capa interna se observa facilmente separada hialina 1 5-3 milimicras y densa El contenido de la espora es globoso a elipsoide, de hifas hialinas 8-19 milimicras de largas, esporas naranja – cafe La hifa de suspension se encuentra sobre una depresion inconspicua circular de 12-15 milimicras de diametro (Shenck y Perez 1990) (Figura 10)

7 1 1 2 2 *Acaulospora morrowiae*

Son esporas enteras Su color es subhialinas (0-0-10-0) a amarillo -cafe palido (0-15-60-0) es el color mas comun El color es bastante uniforme entre las esporas de una poblacion

Su forma es principalmente globosa a subglobosa, ocasionalmente irregular

Se clasifica segun su tamaño y la distribucion que es de 60-100 μ m malo = 75 6 μ m (n = 129)

La zigospora se forma únicamente en el suelo y mide de 58-79 x 94 μm de diámetro la hifa nace lateralmente y termina en forma globosa, mide 10-14 μm de longitud

La pared de la espora tiene tres capas (L1 L2 y L3) y el exterior es continuo con la pared del cuello del saco de esporífero de padre y dos último sintetizo con el origen de una espora (Figura 11)

7 1 1 2 3 *Acaulospora splendida*

Son esporas hialinas, globosas a subglobosas, pero también puede ser irregulares miden 147-209x133-264 μm de diámetro La pared más externa mide 0.3-0.7 μm de grosor seguida por una pared rígida de 1-2 μm de grosor y la tercera pared es membranosa de 0.2-0.5 μm de grosor la cuarta pared es rígida de 0.5-1 μm de grosor que puede venir separada o adherida y la quinta pared es rígida de 0.5-1 μm (Figura 12)

7 1 1 2 4 *Acaulospora rehmu*

Son esporas enteras Su color es amarillo a castaño (0-10-40-0) o de naranja – bronce (0-30-100-0), por lo general el amarillo es más oscuro (0-20-60-0) Su forma es globosa o subglobosa ocasionalmente irregular Se clasifica según su tamaño y distribución de 100-160 μm la pared de la espora tiene tres capas (L1 L2 y L3) la L1 continua con la pared del cuello de sacculé de sporíferous de padre y las últimas dos capas que sintetizan con el con el desarrollo de la espora (Figura 13)

7 1 1 3 GENERO ENTROPHOSPORA

7 1 1 3 1 *Entrophophora infrequens*

Las esporas son enteras y su color es naranja- a café claro (0-30-80-0) a naranja – a café oscuro (0-60-100-0) la mayoría a naranja oscuro La forma es globosa algunas veces subglobosas

Se clasifican según su tamaño y distribución 100-160 μm (Figura 14)

7 1 2 3 2 *Entrophospora colombiana*

Las esporas son enteras y su color es de naranja a café claro (0-20-60-0) a naranja- café oscuro (0-10-60-0), es más oscuro entre los dos extremos (0-40-100-0) Los volúmenes de las esporas inmaduras son densos luego las esporas pasan a ser más opacas en la madurez

Su forma es globosa a subglobosa se clasifican según su tamaño y distribución 100-140 μm malo = 121 μm (n = 83) La pared de la espora tiene dos capas (L1 y L2), la capa exterior continua con la pared del cuello del saco esporífero y comienza la capa interna del origen de la espora (Figura 15)

7 2 Población de Micorrizas Vesículo- Arbusculares nativas de Fuente de Oro

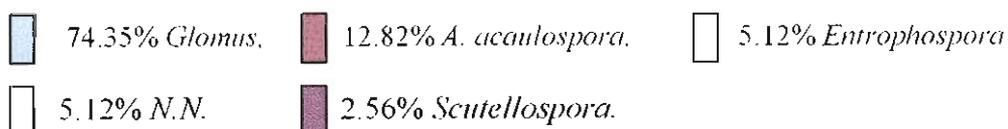
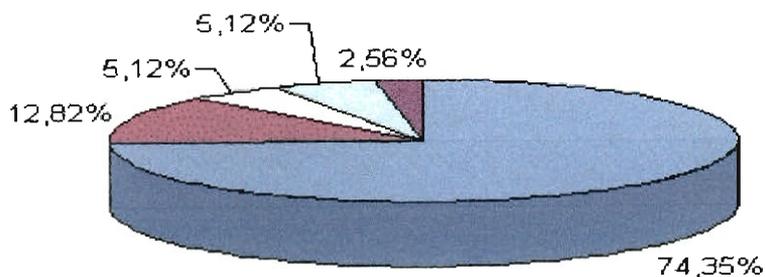
De las esporas aisladas de la Localidad de Fuente de Oro se encontraron los Géneros *Glomus* *Acaulospora* *Scutellospora* *Entrophospora* N N (Tabla 1)

En la Localidad de Fuente de Oro (gráfico1) se encuentra el de mayor número de géneros 4 y especies 39 donde el mayor porcentaje pertenece al género *Glomus* con un 74 35 % seguido por *Acaulospora* con un 12 82 %, *Scutellospora* con un 2 56%, *Entrophospora* con un 5 12 % y por último N N con un 5 12 %

Tabla 1 Relación de géneros de Micorrizas Vesículo –Arbusculares encontradas en la Localidad de Fuente de Oro y Villavicencio

| Generos | Cantidad de esporas encontradas en F de Oro | Cantidad de esporas encontradas en Villavicencio | Porcentaje de Fuente de Oro | Porcentaje de Villavicencio |
|----------------------|---|--|-----------------------------|-----------------------------|
| <i>Glomus</i> | 29 | 18 | 74 35 | 78 26 |
| <i>Acaulospora</i> | 5 | 3 | 12 82 | 13 04 |
| <i>Scutellospora</i> | 1 | 0 | 2 56 | 0 |
| N N | 2 | 0 | 5 12 | 0 |
| <i>Entrophospora</i> | 2 | 0 | 5 12 | 0 |
| <i>Gigaspora</i> | 0 | 2 | 0 | 8 69 |
| Total | 39 | 23 | 100 | 100 |

Gráfico 1. Población de Micorrizas V-A nativas de Fuente de Oro



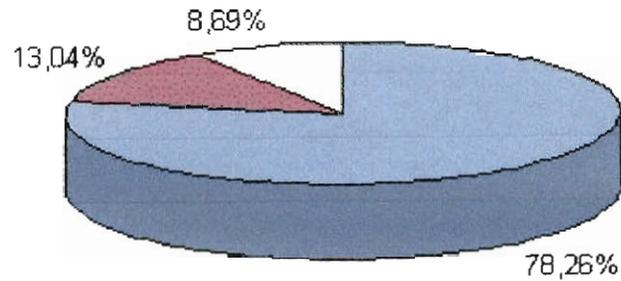
7.3. Población de Micorrizas Vesículo-Arbusculares nativas de Villavicencio

De las esporas aisladas de la Localidad de Villavicencio se encontraron los géneros *Glomus*, *Acaulospora* y *Gigaspora* (Tabla 1)

En la Localidad de Villavicencio (gráfico 2) se encontró 3 géneros y 23 especies, las cuales están distribuidas de la siguiente forma: *Glomus* con un 78.26 %, seguido por *Acaulospora* con un 13.04 % y por último *Gigaspora* con un 8.69%.

A Continuación, en la tabla 2 observamos las especies encontradas en cada uno de las Localidades.

Gráfico 2. Población de Micorrizas V-A nativas de Villavicencio



■ 78.26% *Glomus*. ■ 13.04% *Acaulospora*. □ 8.69% *Gigaspora*.

Tabla 2. Especies de H.M.A encontrados en cada uno de las Localidades.

| Localidad de Fuente de Oro | | Localidad de Villavicencio | |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| Género | Especies | Género | Especies |
| <i>Glomus</i> | <i>Tenebrosum</i> | <i>Glomus</i> | <i>Geosporum</i> |
| <i>Glomus</i> | <i>geosporum</i> | <i>Glomus</i> | <i>Tenebrosum</i> |
| <i>Glomus</i> | <i>manihotis</i> | <i>Glomus</i> | <i>Macrocarpum</i> |
| <i>Glomus</i> | <i>reticulatum</i> | <i>Glomus</i> | <i>albidum</i> |
| <i>Glomus</i> | <i>etunicatum</i> | <i>Glomus</i> | <i>Manihotis</i> |
| <i>Glomus</i> | <i>deserticola</i> | <i>Glomus</i> | <i>Esporocarpum</i> |
| <i>Glomus</i> | <i>albidum</i> | <i>Glomus</i> | <i>Agregatum</i> |
| <i>Acaulospora</i> | <i>morrowiae</i> | <i>Acaulospora</i> | <i>Splendida</i> |
| <i>Acaulospora</i> | <i>tuberculata</i> | <i>Gigaspora</i> | <i>sp</i> |
| <i>Acaulospora</i> | <i>claroideum</i> | | |
| <i>Acaulospora</i> | <i>mellea</i> | | |
| <i>Scutellospora</i> | <i>sp</i> | | |
| <i>Entrophospora</i> | <i>colombiana</i> | | |
| <i>Entrophospora</i> | <i>infrequens</i> | | |
| <i>N.N</i> | <i>sp</i> | | |

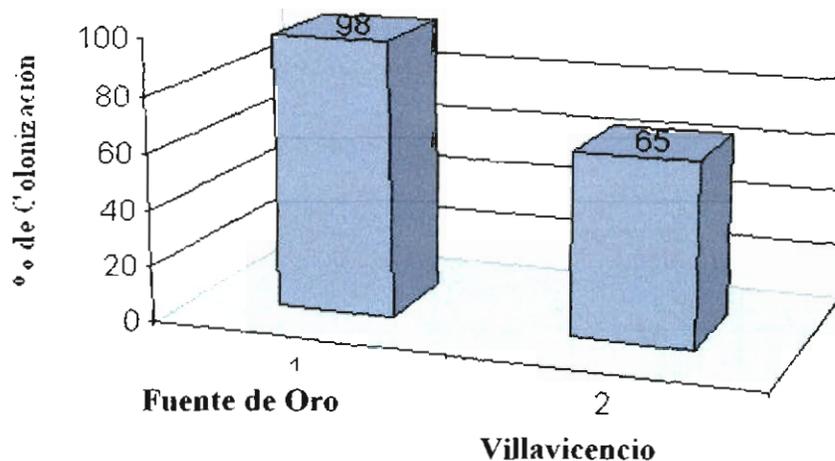
7.4. Porcentaje de colonización de las Micorrizas V-A nativas asociadas al cultivo de plátano (*musa sp*) en las dos localidades

Al evaluar la dinámica de colonización en las dos Localidades se encontró mayor porcentaje de infección de Micorrizas V-A en Fuente de Oro que en Villavicencio.

Los promedios de colonización por Micorrizas oscilaron entre 98% para la Localidad de Fuente de Oro y 65% para la Localidad de Villavicencio. Las cifras más altas se encontraron en los lotes donde se ha venido sembrando durante más de 10 años y se le ha dado importancia a los microorganismos y a los beneficios de la relación planta -H.M.A que son: Los efectos fitohormonales positivos, buena regulación somática, mayor crecimiento del sistema radicular y disminución de los costos. Con relación al porcentaje de Villavicencio nos damos cuenta que es poco lo que se han venido preocupando del valor que tiene los microorganismo y las ventajas que nos dan.

| LOCALIDAD | PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN |
|---------------|----------------------------|
| Fuente de Oro | 98% |
| Villavicencio | 65% |

Gráfico 3 Porcentaje de colonización de las MVA nativas asociadas al cultivo del plátano de las dos Localidades



Índice de diversidad de Shannon de la población de Micorrizas recolectadas de Fuente de Oro y Villavicencio.

| Fuente de Oro las especies que predominan son: | Villavicencio las especies que predominan son: |
|---|---|
| <i>Glomus reticulatum</i> | <i>Glomus geosporum</i> |
| <i>Glomus manihotis</i> | <i>Glomus tenebrosum</i> |
| <i>Glomus etunicatum</i> | <i>Glomus macrocarpum</i> |
| <i>Glomus tenebrosum</i> | <i>Glomus manihotis</i> |
| <i>Glomus albidum</i> | <i>Glomus albidum</i> |
| N.N | <i>Esporocarpum sp</i> |
| <i>Glomus geosporum</i> | <i>Glomus agregatum</i> |
| <i>Acaulospora tuberculata</i> | <i>Acaulospora splendida</i> |
| <i>Entrophospora colombiana</i> | <i>Entrophospora infrequens</i> |
| | <i>Gigaspora sp</i> |

También se encontró que hay mayor diversidad de especies en Fuente de Oro que en Villavicencio.

| Diversidad de especies de Fuente de oro | Diversidad de especies de Villavicencio |
|--|--|
| 0.12 H | 0.08 H |

El cálculo de la diversidad de especies en Fuente de Oro y Villavicencio muestran, la mayor conservación de estos microorganismos en la Localidad de Fuente de Oro, debido probablemente a las condiciones edafoclimáticas que favorece la adaptabilidad y desarrollo del microorganismo.



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
HEMEROTECA
Villavicencio - Meta

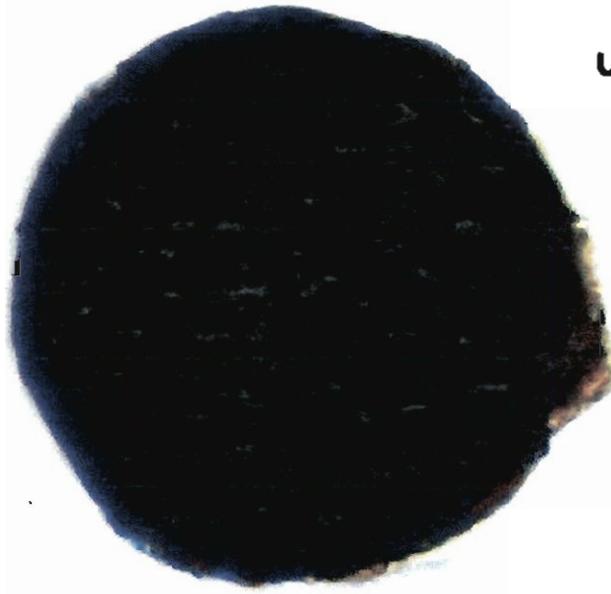


Figura 1. *Glomus tenebrosum*. (40x)

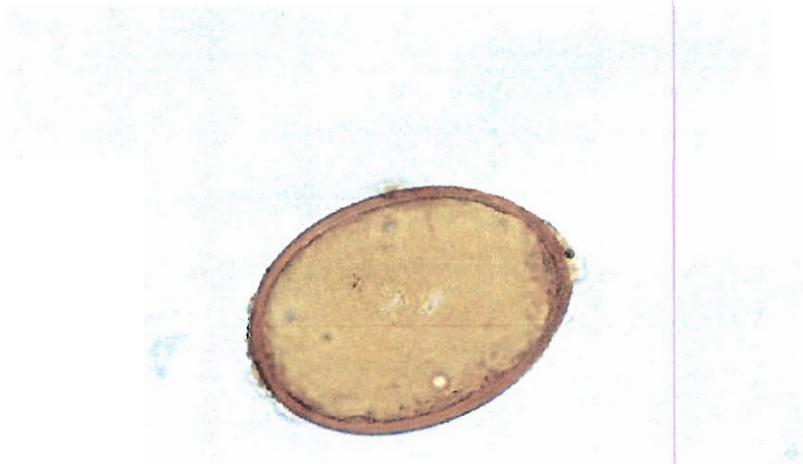


Figura 2. *Glomus geosporum*. (40x)



Figura 3: *Glomus geosporum*. (40x)

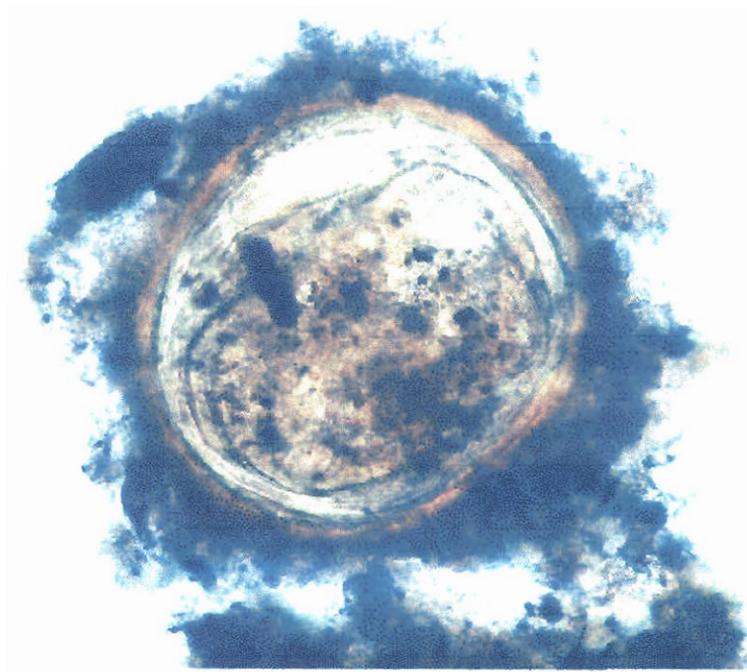


Figura 4. *Glomus manihotis*. (40x)



Figura 5. *Glomus reticulatum*. (40x)



Figura 6. *Glomus etunicatum*. (40x)



Figura 7. *Glomus macrocarpum*. (40x)



Figura 8. *Glomus albidum*. (40x)



Figura 9. *Glomus agregatum*. (40x)



Figura 10. *Acaulospora tuberculata*. (40x)

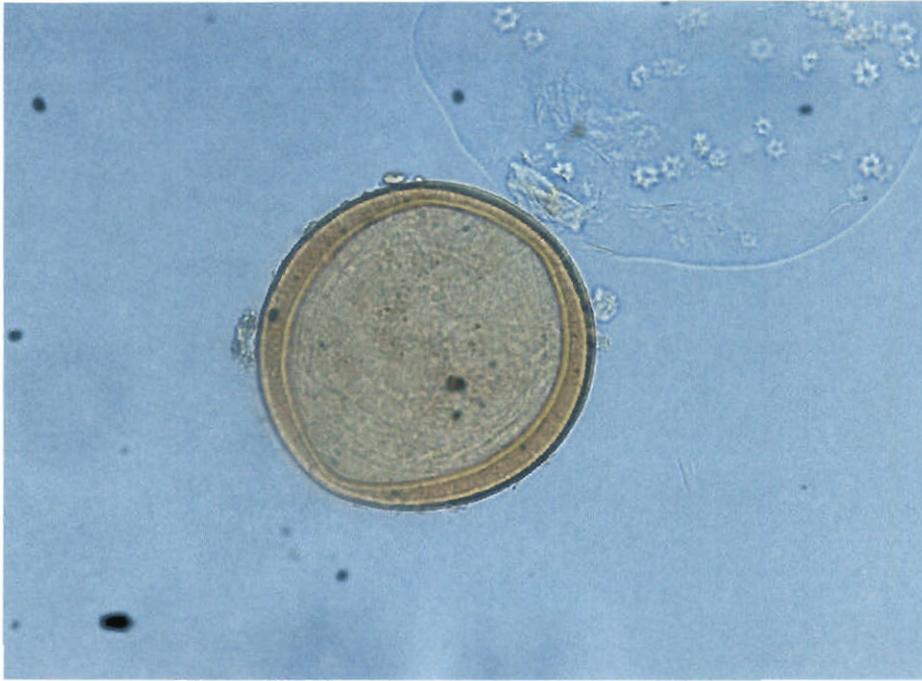


Figura 11. *Acaulospora morrowiae*. (40x)



Figura 12. *Acaulospora splendida*. (40x.)

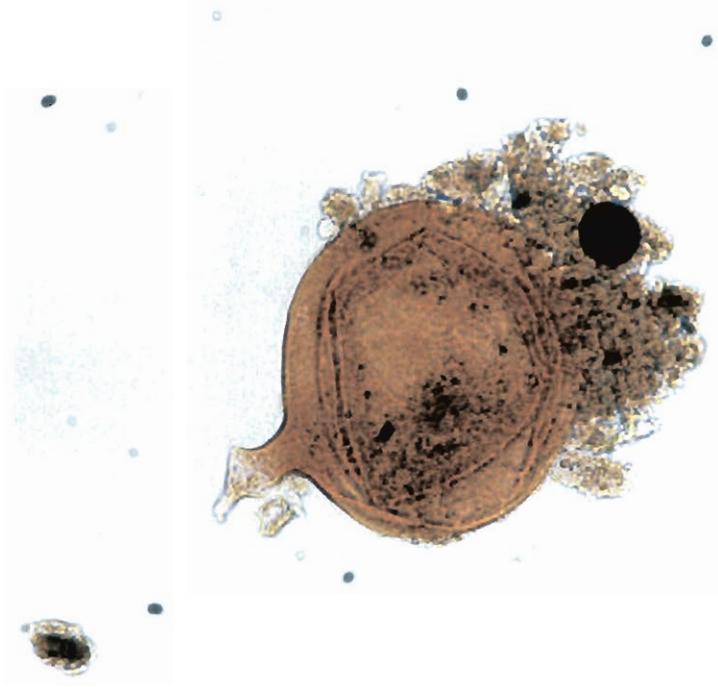


Figura 13: *Acaulospora rehmii*. (40x)

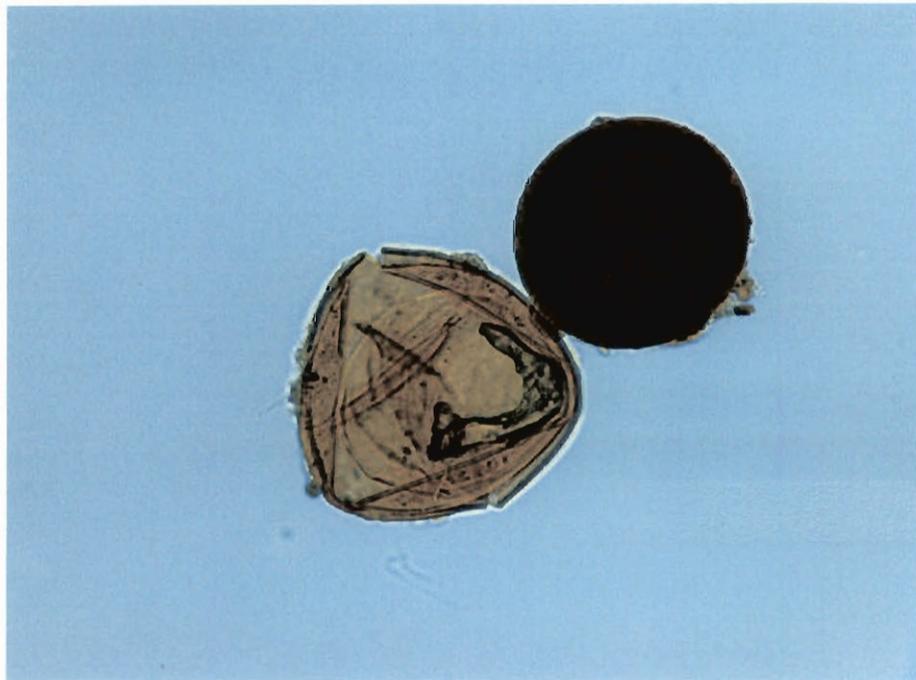


Figura 14. *Entrophospora infrequens*. (40x)



Figura 15. *Entrophosphora colombiana*. (40x)

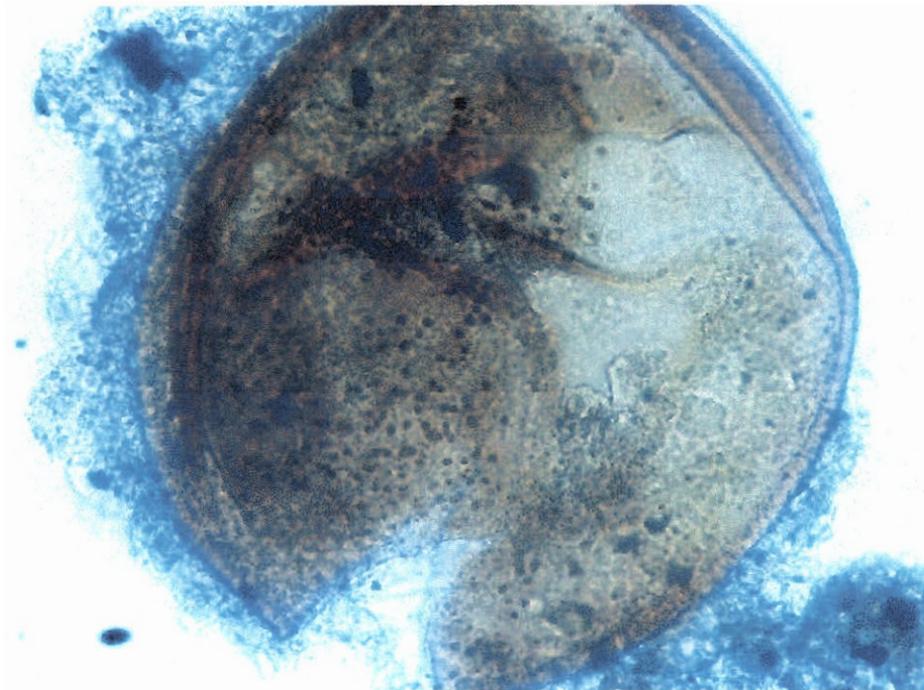


Figura 16. *N.N.*(40x.)

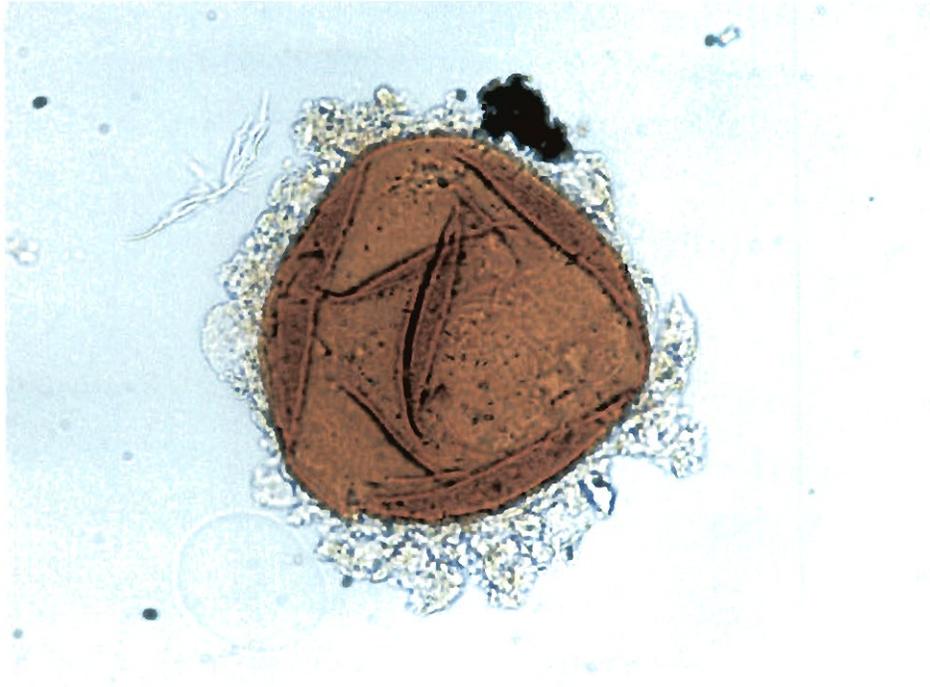


Figura 17. *Gigaspora*. (40x)



Figura 18. N.N. (40x.)

7.5. INFECCION EN RAICES EN EL CULTIVO DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO (FINCAS DE GUAYABAL Y LAS MARGARITAS)

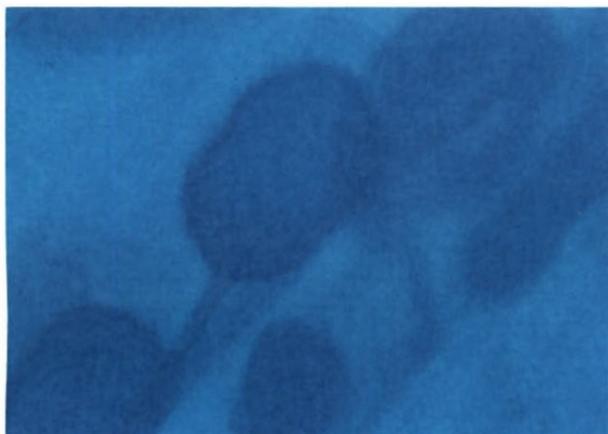


Figura.19. Vesícula

Observación microscópica (40x)

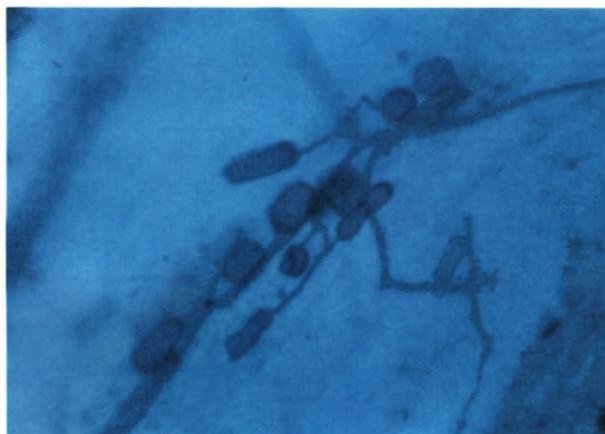


Figura. 20. Hifa & Vesícula

Observación microscópica (40x)

En las figuras 19 y 20, se muestra que una vez que penetra el hongo en la raíz se genera un proceso de crecimiento que conduce al establecimiento de una unidad de colonización, el avance de la colonización es restringido por la epidermis y el parénquima cortical, por tanto la unidad de colonización avanza mediante el crecimiento de hifas que se extienden entre las células corticales y generan estructuras características como las vesículas.

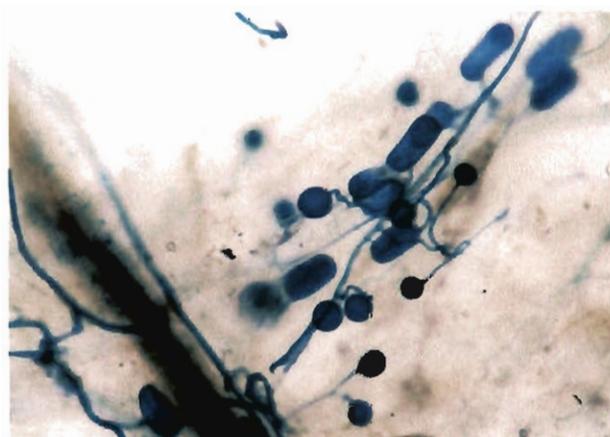


Figura. 21. Vesícula

Observación microscópica (40x)

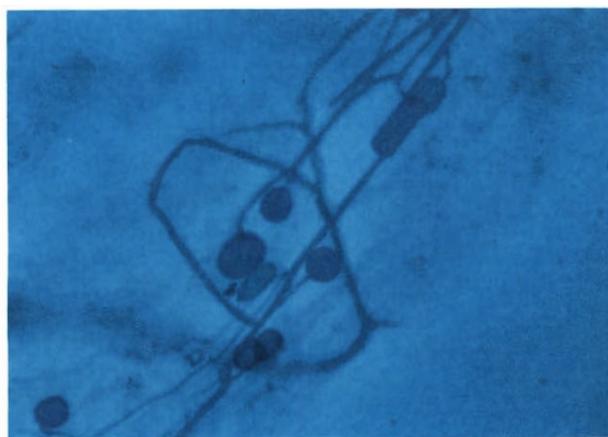


Figura. 22. Hifa & Vesícula

Observación microscópica (40x)

Las vesículas consisten en el hinchamiento de las hifas que se disponen inter o intracelularmente y ocupan posiciones terminales de las hifas. Estas vesículas se forman en las regiones más

antiguas de la infección y su función es ser órganos de reposo de propagación del hongo. (Figura: 21 y 22).

La formación de esta estructura se considera un importante papel de reconocimiento en la interacción que podría ser controlada por uno o más genes. A partir del apresorio se origina la hifa de penetración, la cual puede abrirse paso a través de los espacios intercelulares, aunque lo normal es que penetre la pared de las células de la epidermis o la de los pelos radicales, siempre y cuando estos estén fisiológicamente activos. Demostrado por:(Silveira, 1992 y Martín-Laurent et al, 1996). (Figura 23,24, 25 y 26)

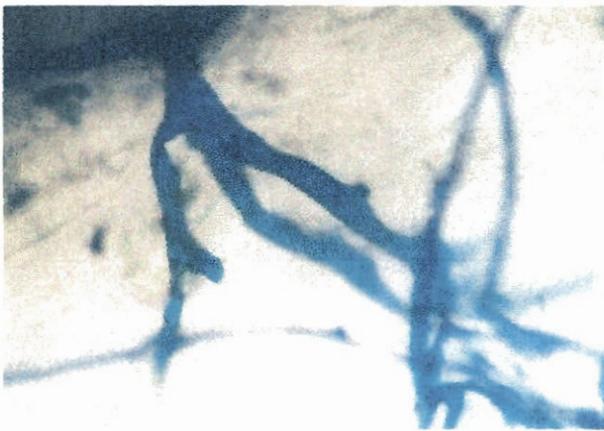


Figura. 23. Hifa
Observación microscópica 40x

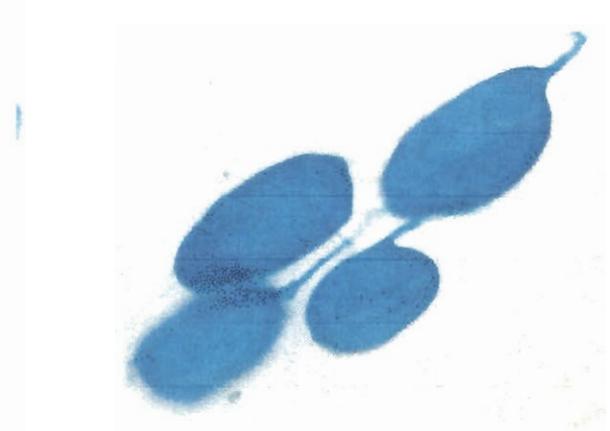


Figura. 24. Vesícula
Observación microscópica 40x

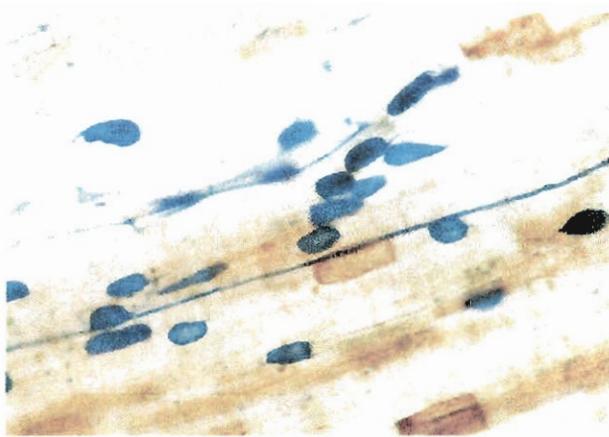


Figura. 25. Vesícula
Observación microscópica 40x

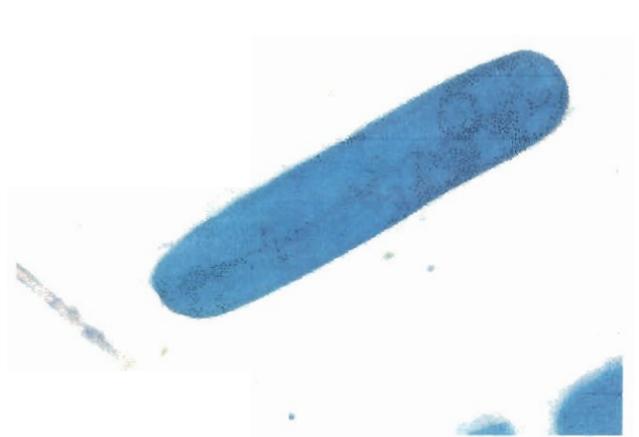


Figura: 26. Vesícula
Observación microscópica 40x

7.5.1. INFECCION EN RAICES EN EL CULTIVO DE PLATANO DE LA LOCALIDAD DE VILLAVICENCIO (GRANJA UNILLANOS).

En la figura 27 y 30, la colonización de la raíz conlleva la formación de hifas inter. e intracelulares muy ramificadas que se dispersan a través del sistema radical.

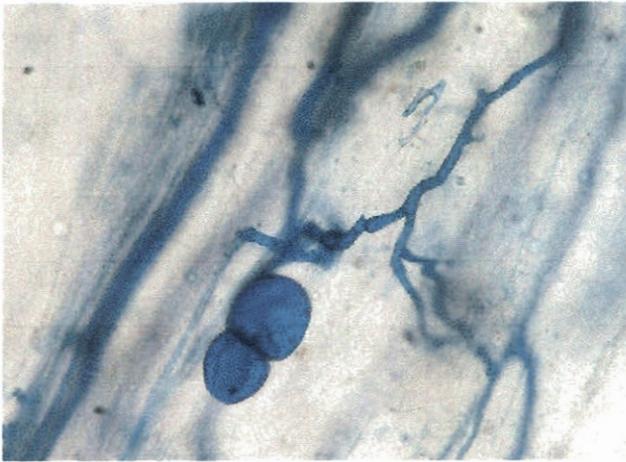


Figura 27. Hifa & Vesícula
Observación microscópica 40x

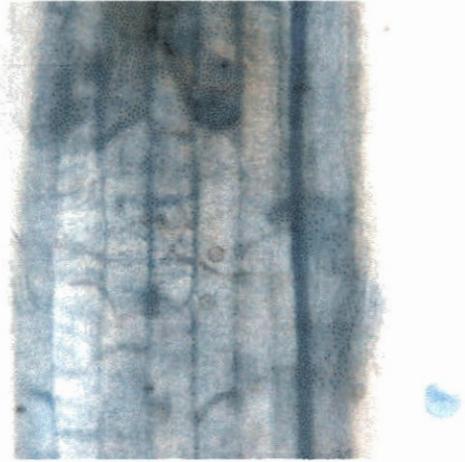


Figura 28. Esporas
Observación microscópica 40x



Figura 29. Vesícula
Observación microscópica 40x

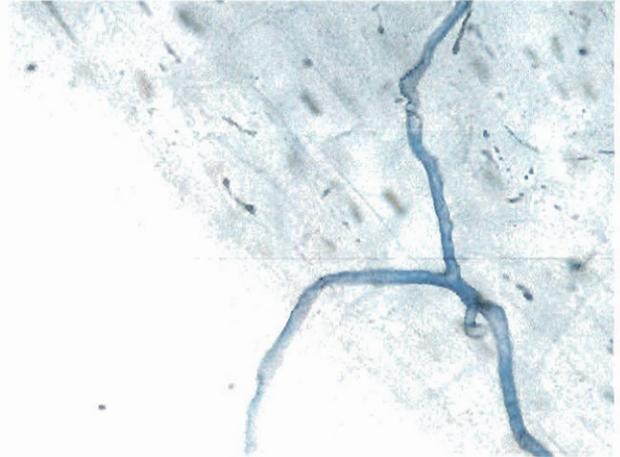


Figura 30. Hifa
Observación microscópica 40x

7.5.2 ANALISIS QUIMICO DEL SUELO

Para un buen desarrollo del trabajo y discusión de resultados se recurrió a los datos del análisis químico del suelo, obteniéndose los siguientes datos:

| Textura | M.O | P. | pH | CATIONES meq / 100 gramos de suelos | | | | | CATIONES (ppm) | | | | | |
|---------|-----|------|-----|--|------|------|------|------|----------------|-------|------|-----|------|---|
| | | | | Al | Ca | Mg | K | Na | Cu | Fe | Mn | Zn | B | S |
| Tacto | % | ppm. | 1:1 | | | | | | | | | | | |
| ArL | 8.7 | 40.3 | 5.5 | 0.20 | 9.55 | 2.10 | 0.79 | 0.17 | 1.0 | 43.75 | 3.50 | 3.0 | 1.03 | |

El análisis fue elaborado en el laboratorio de suelos de la Universidad de los Llanos.

7.5.3 Efectos de las Micorrizas V-A nativas, comerciales y con tres dosis de fósforo en los primeros estados de desarrollo de plántulas de plátano a nivel de invernadero.

Al analizar el efecto de las Micorrizas V-A nativas, comerciales, nativas más comerciales, la aplicación de los tres niveles de (DAP) (requerido, medio y alto) y el testigo bajo invernadero durante 2 meses, se encontró que hubo mayor desarrollo vegetativo, en el tratamiento con aplicación de Micorriza comercial (*Glomus manihotis*), la planta tuvo un promedio de 84 cm de altura, en el tratamiento con aplicación de Micorriza comercial (*Glomus etunicatum*), la planta tuvo un promedio de 59 cm de altura igual al tratamiento con aplicación de Micorriza nativa y con aplicación de Micorriza comercial (*Entrophospora colombiana*), la planta tuvo un promedio de 43 cm de altura del material Boroku que en el Hartón, excepto el tratamiento con aplicación de Micorrizas nativas que presentó mayor desarrollo vegetativo en el material Hartón con un promedio de 64 cm de altura de la planta. (Gráfica 8). Además se observó que el material Hartón, presenta un promedio entre 62 y 80 esporas por gramo de suelo y un porcentaje de colonización entre 35 y 72.1 %, mientras el material Boroku el porcentaje de colonización es casi igual para todos, excepto el tratamiento 3 con promedio de 12 % de colonización y el número de esporas es menor para el tratamiento 1, 3 con un promedio entre 30 y 33 esporas /gr suelo y constante para los otros tratamientos. (Figuras 47-58) Se estudio la longitud de raíz, los dos materiales con tratamientos de Micorrizas comerciales, nativas y mezcla presentaron mayor desarrollo de vellosidades en la raíz, en los tratamientos con aplicaciones de P se presentó crecimiento

longitudinal de la raíz con un promedio entre 41 y 91 cm, con poca velloosidad, debido a la desinfección del suelo, no hubo ningún tipo de microorganismo. (Tabla 3, 4, 5, y 6).

El material Hartón a los 30 días de establecido con aplicaciones de P se comporta mejor en las dosis requerida y media; a diferente del Boroku que se adapta mejor en dosis bajas y requeridas, así se sigue comportando hasta los 60 días, con relación a la altura de la plántula, (Gráfico 8). Además el porcentaje de colonización del material Hartón a los 60 días de establecido, es mayor en los tratamientos con aplicación de Micorrizas nativas, la mezcla (Micorrizas del CIAT y nativas) y Micorriza comercial (*Glomus manihotis*) con relación a los tratamientos con aplicación de Micorrizas comerciales (*G. etunicatum*, *G. manihotis* y *E. colombiana*) mientras que el número de esporas por gramo de suelo es mayor en los tratamientos 8 y 1 con aplicación de Micorriza nativas y aplicación de Micorriza comercial (*Glomus etunicatum*), luego le sigue el tratamiento 7, el 2 y por último el tratamiento 3; la longitud de raíz es mayor en los tratamientos 4 con aplicaciones de fósforo requerido con un promedio de 91 cm de longitud, luego le sigue el tratamiento 7 con aplicaciones de Micorrizas nativas más las comerciales (*Glomus etunicatum*, *Glomus manihotis*, y *Entrophosphora colombiana*), continuación los tratamientos 2 con aplicación de Micorriza comercial (*Glomus etunicatum*), el 3 con aplicación de Micorrizas comercial (*Entrophosphora colombiana*), luego sigue los de aplicación con dosis de P medio, baja y por último la de aplicación de Micorrizas nativas y el testigo. (Gráfico 4 y Figura 31,32, 33 y 34)

El vigor de las plántulas se presentó mejor en los tratamientos en el Hartón con aplicación de los dos inóculos (Mezcla) y con Micorriza nativa, para el material Boroku, el mayor vigor de las plántulas de plátano se dio en los tratamientos con Micorrizas. Y su estado fitosanitario hace recomendable que se siga investigando sobre los beneficios que le trae a la planta y la disminución de costos en fertilización. (Tabla 3 y 5). Demostrado por (Sánchez, 1999).

Como se puede observar en la gráfica 5 a los 60 días de establecido el material Hartón, el porcentaje de colonización es relativamente constante, destacándose los tratamiento 7 y 8, el más alto porcentaje de colonización en el tratamiento con aplicaciones de Micorrizas nativas con un promedio de 72.1 % y el más alto en el número de esporas por gramo de suelo, luego sigue el

tratamiento con Micorriza comercial y nativas (Mezcla) con un promedio de 63% de colonización, el 2 con un promedio de 57.2% y por último el tratamiento 3 y 1 con un promedio entre 35 y 40 %.

También se observa que el tratamiento con M. nativas y mezcla supera en la altura, con relación a los demás tratamientos y por último el tratamiento con aplicación de dosis de P baja. La longitud de raíz es mayor en el tratamiento con aplicación de micorrizas nativas y micorrizas del CIAT, luego sigue el tratamiento con aplicación de P requerido, y por último los tratamientos 6 y el testigo, los demás se mantienen constante. (Figura 35, 36, 37 y 38)

En la grafica 6 y tabla 5 se muestra que el material Boroku, el número de esporas es casi constante en los tratamientos 2, 3 y 8, excepto los tratamientos 3 y 1, cuyo porcentaje de colonización son los más bajos de todos, en cuanto la altura de las plantas si se presentan diferencias significativas en cada uno de los tratamientos, a los 30 días de tomar los datos respectivos. La longitud de raíz es mayor en el tratamiento con aplicación de P requerido y el tratamiento 2, mientras que en los demás tratamientos se mantienen constante, excepto el testigo. (Figura 39, 40, 41 y 42).

En esta grafica 7 a los 60 días de establecido el material Boroku se puede observar, que el porcentaje de colonización fue aumentando a medida que el tiempo transcurrió, se destaca en los tratamientos con M. nativas y mezcla con una colonización de 46 y 32.8 %, luego sigue el tratamiento con *G. manihotis* con un 23% de colonización, por último los tratamientos 1 y 3 con un promedio entre 12-18% de colonización; además son los tratamientos más bajo en el número de esporas, en comparación a los demás. Con relación a la altura de las plantas se mantienen constante, excepto el tratamiento 6 y el testigo. La longitud de raíz es mayor en el tratamiento 1 y 7, mientras que los demás se mantienen constantes, excepto el testigo. (Figura 43, 44, 45 y 46)

Las plántulas mostraron buena aptitud para la micorrización con los hongos empleados, tanto comercial como nativos, con diferentes niveles de colonización y presentaron un buen desarrollo vegetativo y mejoro el estado nutricional de la planta a nivel de la absorción de fósforo a diferencia de los tratamientos con fertilización. Como lo demostró (Francis & Read, 1994).

El suelo que se preparó (en la granja de la Universidad de los Llanos) en el que se realizó esta investigación, se caracterizó por muy buenos contenidos de P (40.3 ppm), buenos contenidos de materia orgánica, (pH) ácido (5.5); no presenta problemas de Al y posee una CIC buena, el cual favorece el desarrollo del ensayo, se muestran en los resultados y en el desarrollo de la planta; además se encontró buen porcentaje de colonización y un buen número de esporas por gramo de suelo.

Una de las bondades que tiene las Micorrizas, es permitir que las raíces sean más densas, con mayor poder de absorción de nutrientes y capacidad de explorar los horizontes fértiles así como de anclar la planta al suelo, tener mayor resistencia a patógenos y aumentar la producción.

A continuación se muestran las tablas relacionadas con los resultados del efecto de las Micorrizas V-A en cada uno de los tratamientos y en los dos materiales.

Tabla 3. PROMEDIO EN ALTURA (cm), DIAMETRO DEL TALLO (cm), # DE HOJAS, LONGITUD DE RAIZ, NUMERO DE ESPORAS POR GRAMO DE SUELO Y PORCENTAJE DE COLONIZACION EN LAS PLANTULAS DE PLATANO EN LA PRIMERA EVALUACIÓN DEL MATERIAL HARTON A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDOS.

| Tratamiento | Altura (cm.) | Diámetro (cm.) | Número de hojas | Long. total de la raíz (cm.) | Esp/60 gsh | % De Colonización |
|-------------|--------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------|-------------------|
| 1 | 6.8 | 1.9 | 1 | 60 | 48 | 20 |
| 2 | 7.5 | 2.2 | 0 | 56 | 33 | 29 |
| 3 | 6.0 | 2.3 | 0 | 56 | 32 | 10 |
| 4 | 15 | 3.2 | 4 | 74 | 0 | 0 |
| 5 | 12.1 | 1.8 | 2 | 50 | 0 | 0 |
| 6 | 6.5 | 2.0 | 3 | 49 | 0 | 0 |
| 7 | 17 | 3.3 | 5 | 73 | 40 | 38 |
| 8 | 18.1 | 3.0 | 2 | 31 | 49 | 40 |
| 9 | 14.2 | 2.7 | 1 | 20 | 0 | 0 |

TRATAMIENTOS: 1: *Glomus etunicatum*. 2: *Glomus manihotis* 3: *Entrophosphora colombiana*. 4: Aplicación de fósforo requerido 5: Aplicación de fósforo medio 6: Aplicación de fósforo bajo 7: Aplicación de Micorrizas nativas + Micorrizas Comerciales. 8: Aplicación de Micorrizas nativas. 9 Testigo

Tabla 4. PROMEDIO EN ALTURA (cm), DIAMETRO DEL TALLO (cm), # DE HOJAS, LONGITUD DE RAIZ, NUMERO DE ESPORAS POR GRAMO DE SUELO Y PORCENTAJE DE COLONIZACION EN LAS PLANTULAS DE PLATANO EN LA SEGUNDA EVALUACIÓN DEL MATERIAL HARTON A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDOS.

| Tratamiento | Altura (cm) | Diámetro (cm) | # de hojas | Long. total de la raíz (cm) | Esp/60gsh | % de Colonización |
|-------------|-------------|---------------|------------|-----------------------------|-----------|-------------------|
| 1 | 28 | 2.7 | 3.51 | 63 | 62 | 35 |
| 2 | 35 | 2.2 | 1.5 | 76 | 79 | 57.2 |
| 3 | 18.3 | 2.3 | 3 | 57 | 65 | 40 |
| 4 | 41 | 3.2 | 4 | 91 | 0 | 0 |
| 5 | 37 | 1.8 | 2.5 | 63 | 0 | 0 |
| 6 | 29 | 2.0 | 4 | 41 | 0 | 0 |
| 7 | 53.4 | 3.8 | 6 | 110 | 83 | 63 |
| 8 | 64 | 3.0 | 6 | 85 | 96 | 72.1 |
| 9 | 28.5 | 2.7 | 2 | 49 | 0 | 0 |

TRATAMIENTOS: 1: *Glomus etunicatum*. 2: *Glomus manihotis* 3: *Entrophosphora colombiana*. 4: Aplicación de fósforo requerido 5: Aplicación de fósforo medio 6: Aplicación de fósforo bajo 7: Aplicación de Micorrizas nativas + Micorrizas Comerciales. 8: Aplicación de Micorrizas nativas. 9 Testigo

Tabla 5. PROMEDIO EN ALTURA (cm), DIAMETRO DEL TALLO (cm), # DE HOJAS, LONGITUD DE RAIZ, NUMERO DE ESPORAS POR GRAMO DE SUELO Y PORCENTAJE DE COLONIZACION EN LAS PLANTULAS DE PLATANO EN LA PRIMERA EVALUACIÓN DEL MATERIAL BOROKU A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDOS.

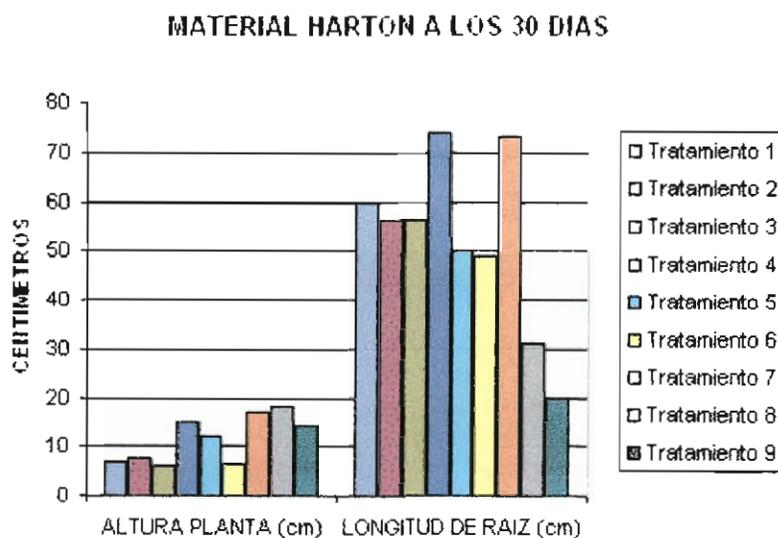
| Tratamiento | Altura (cm) | Diámetro (cm) | # de hojas | Long. total de la raíz (cm) | Esp/60 gsh | % de Colonización |
|-------------|-------------|---------------|------------|-----------------------------|------------|-------------------|
| 1 | 11.4 | 2.8 | 0 | 51 | 28 | 11.2 |
| 2 | 23.2 | 3.9 | 1 | 59 | 60 | 15.2 |
| 3 | 18.4 | 2.9 | 0 | 34 | 29 | 5.3 |
| 4 | 17 | 2.7 | 2 | 58 | 0 | 0 |
| 5 | 7.3 | 2.2 | 0 | 36 | 0 | 0 |
| 6 | 11.8 | 1.6 | 1 | 51 | 0 | 0 |
| 7 | 35 | 2.9 | 4 | 53 | 61 | 20.8 |
| 8 | 12.6 | 2.4 | 0 | 43 | 70 | 26.3 |
| 9 | 10.2 | 1.9 | 0 | 31 | 0 | 0 |

Tabla 6. PROMEDIO EN ALTURA (cm), DIAMETRO DEL TALLO (cm), # DE HOJAS, LONGITUD DE RAIZ, NUMERO DE ESPORAS POR GRAMO DE SUELO Y PORCENTAJE DE COLONIZACION EN LAS PLANTULAS DE PLATANO EN LA SEGUNDA EVALUACIÓN DEL MATERIAL BOROKU A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDOS.

| Tratamiento | Altura (cm) | Diámetro (cm) | # de hojas | Long. total de la raíz (cm) | Esp/60 gsh | % de Colonización |
|-------------|-------------|---------------|------------|-----------------------------|------------|-------------------|
| 1 | 59 | 4.1 | 5.5 | 85 | 30 | 18 |
| 2 | 84 | 4.9 | 4.7 | 70 | 68 | 23 |
| 3 | 43 | 3.5 | 3.3 | 63 | 33 | 12 |
| 4 | 41 | 3.8 | 3.8 | 80 | 0 | 0 |
| 5 | 37 | 3.3 | 2.6 | 44 | 0 | 0 |
| 6 | 39 | 2.9 | 3.0 | 66 | 0 | 0 |
| 7 | 59 | 3.2 | 5 | 69 | 56 | 32.8 |
| 8 | 55.1 | 3.7 | 4.3 | 59 | 80 | 46 |
| 9 | 25 | 2.6 | 3.1 | 50 | 0 | 0 |

Tratamientos: 1: *Glomus etunicatum*., 2: *Glomus manihotis*., 3: *Entrophosphora colombiana*., 4: Aplicación de fósforo requerido., 5: Aplicación de fósforo medio., 6: Aplicación de fósforo bajo., 7: Aplicación de Micorrizas nativas + Micorrizas comerciales., 8: Aplicación de Micorrizas nativas., y 9. Testigo.

GRAFICO 4: ALTURA DE PLANTA, LONGITUD DE RAÍZ, NÚMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN DE RAICES DEL MATERIAL HARTON A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO



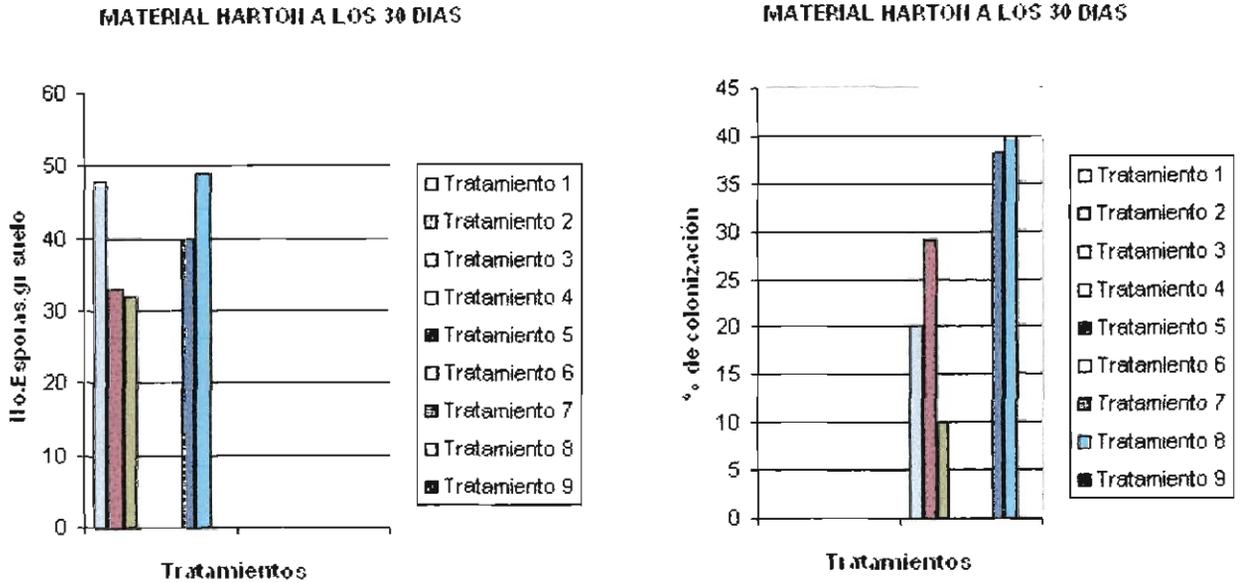
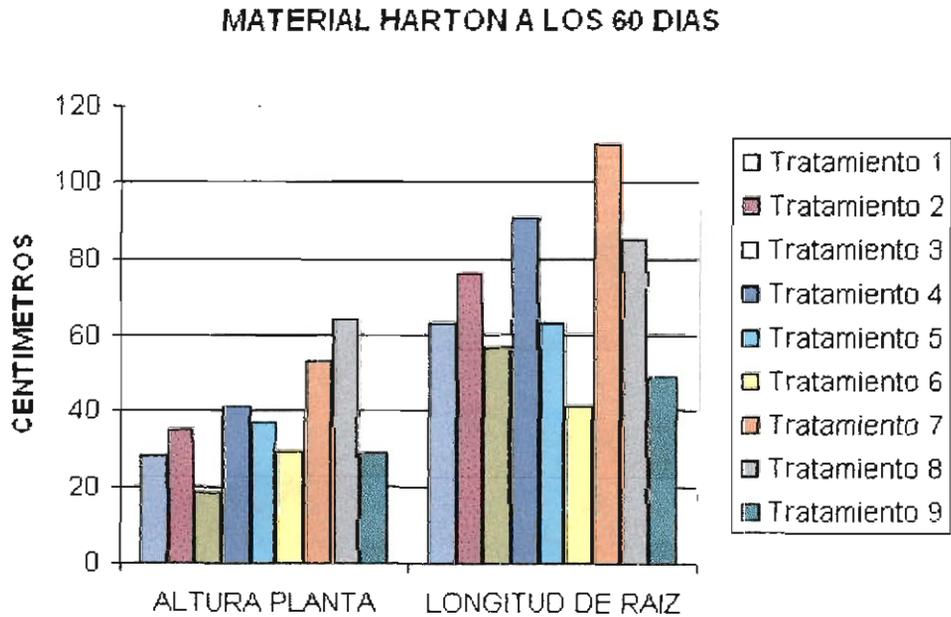


GRAFICO 5: ALTURA DE PLANTA, LONGITUD DE RAIZ, NÚMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION DE RAICES DEL MATERIAL HARTON A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO



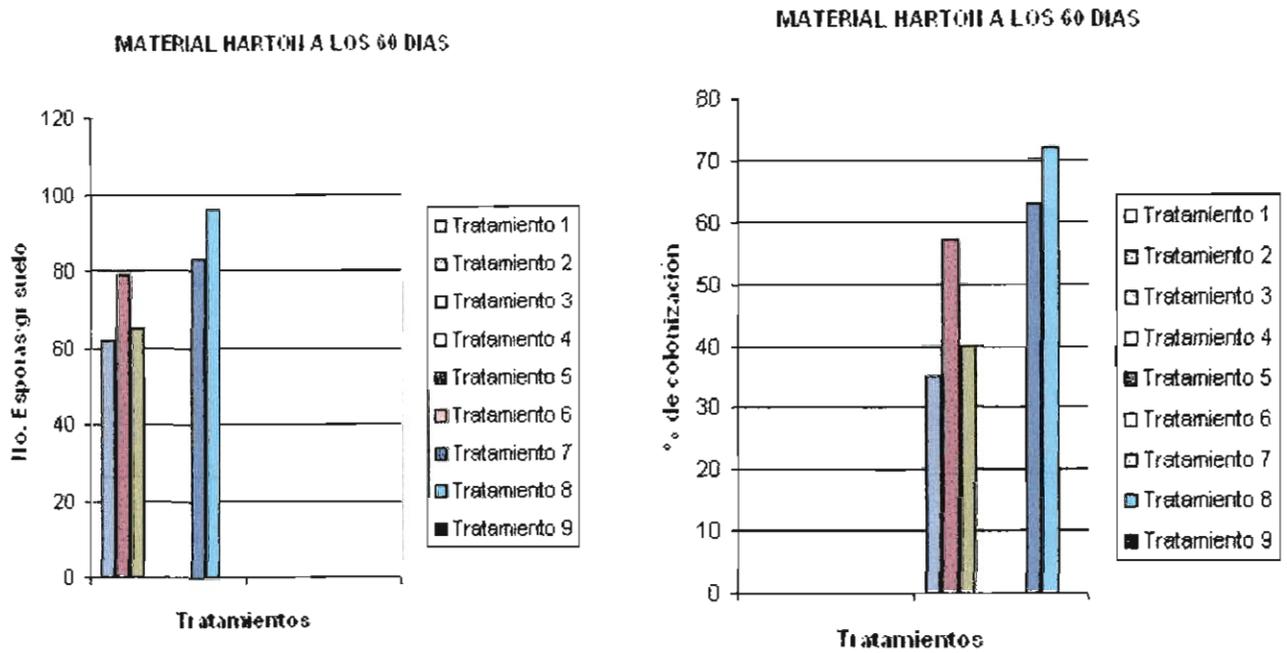
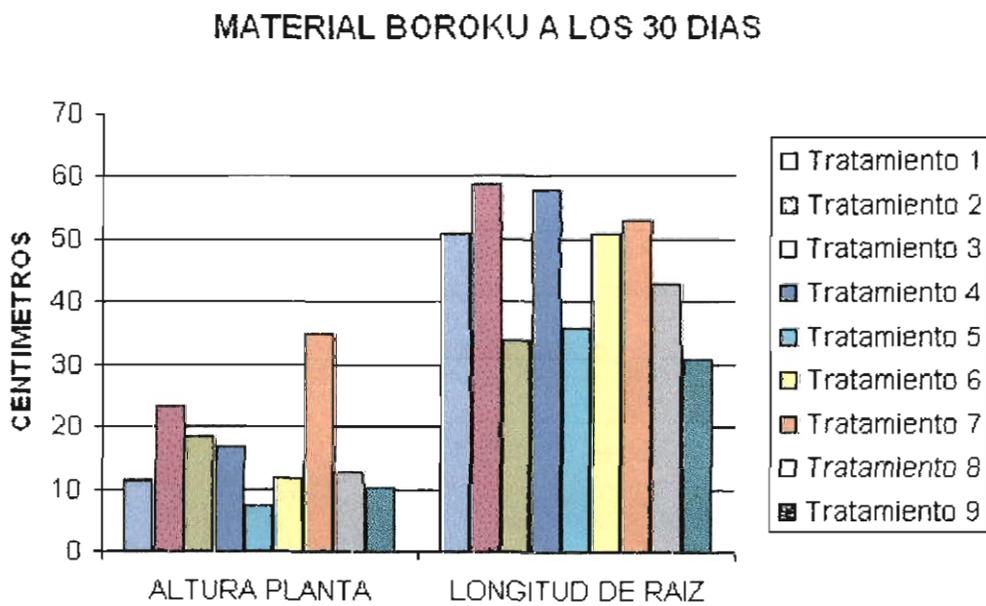


GRAFICO 6: ALTURA DE PLANTA, LONGITUD DE LA RAIZ, NUEMRO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION DE RAICES DEL MATERIAL BOROKU A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO



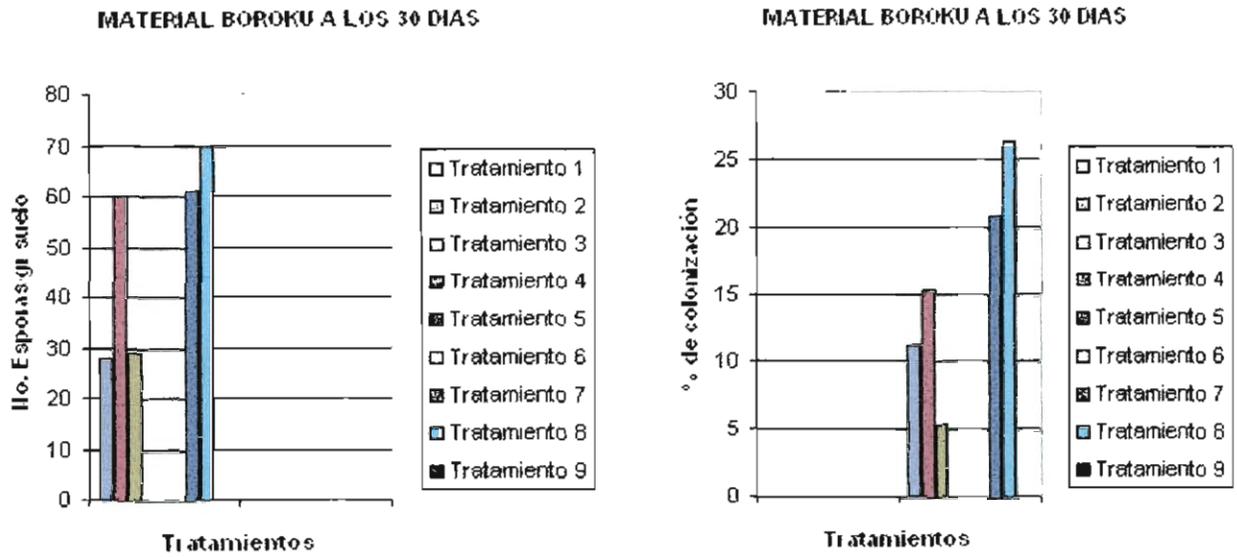
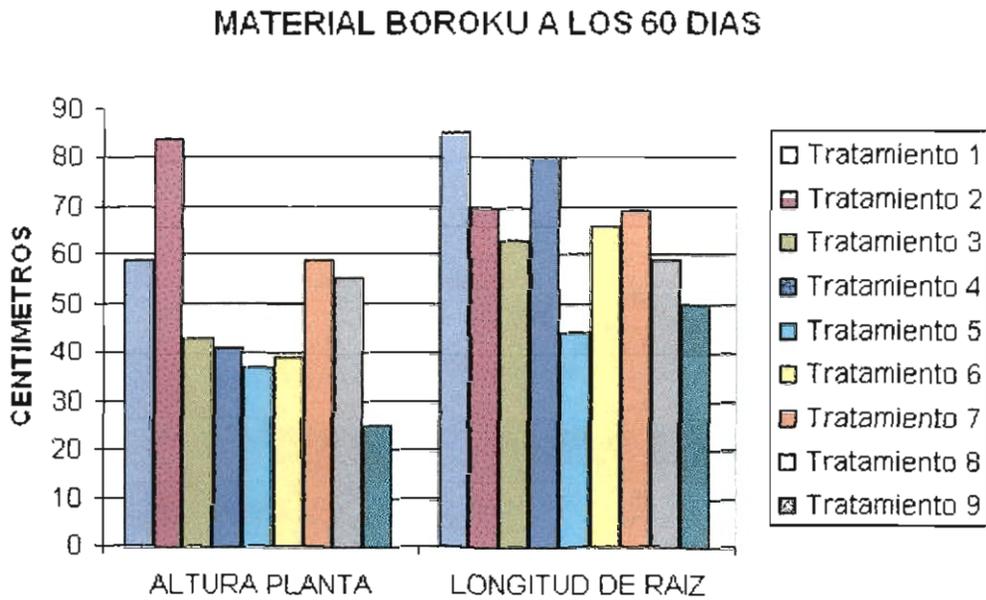
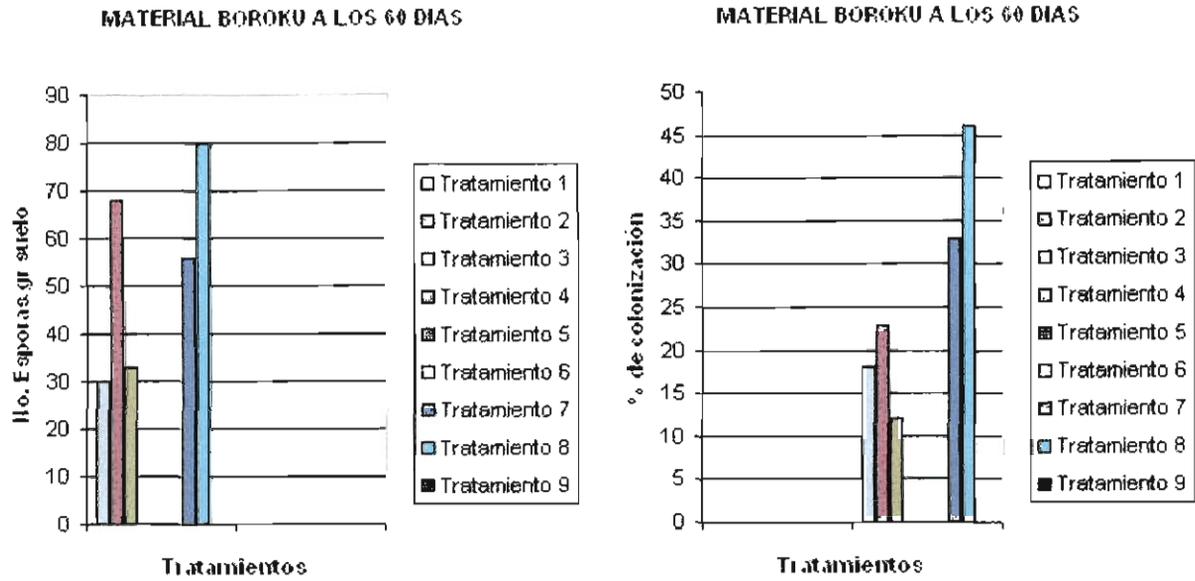
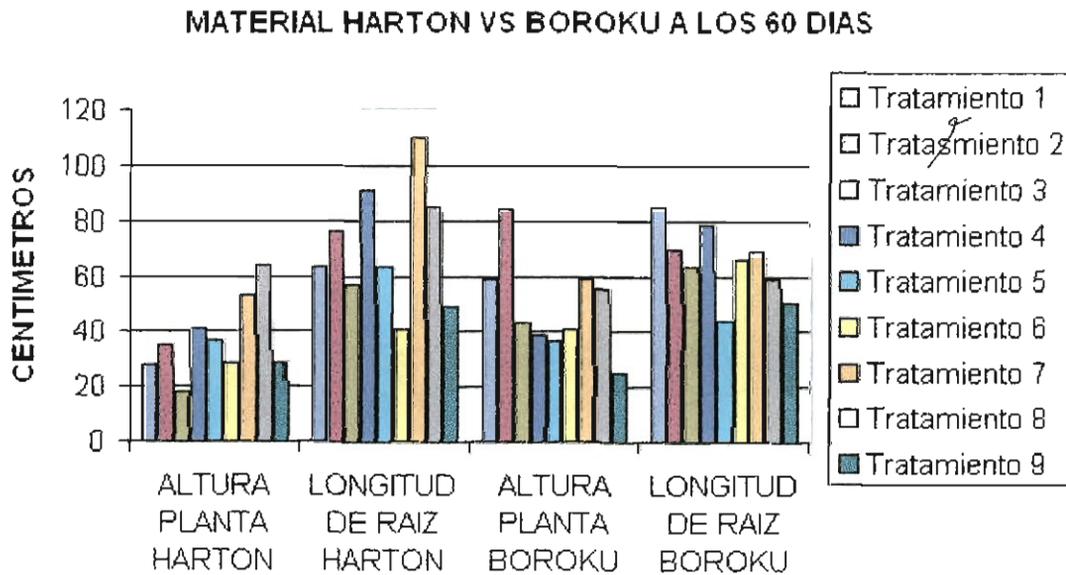


GRAFICO 7: ALTURA DE PLANTA, LONGITUD DE LA RAIZ, NÚMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION DE RAICES DEL MATERIAL BOROKU A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO

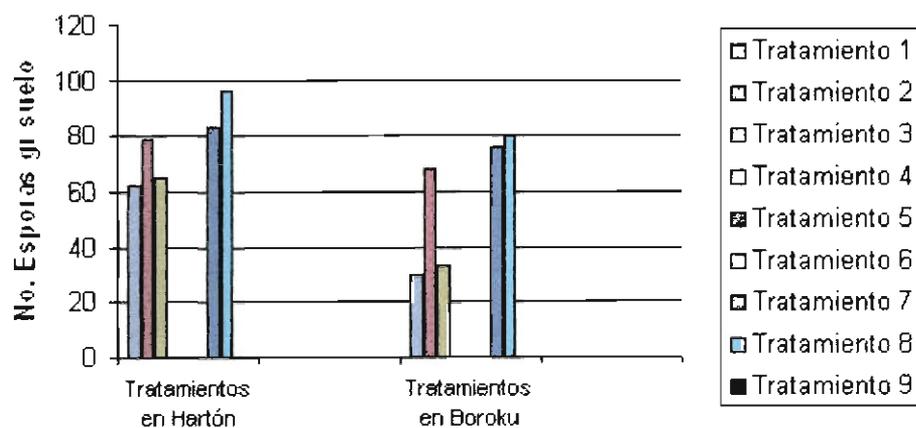




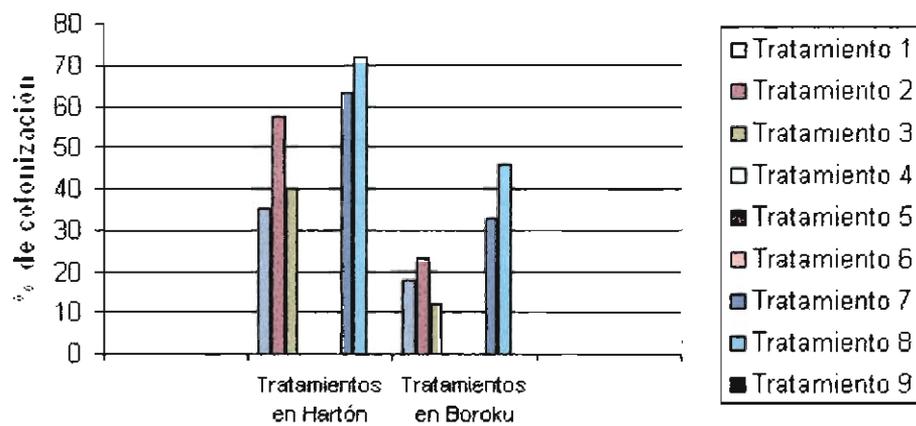
GRAFICA 8: EFECTO DEL FOSFORO EN DOSIS (REQUERIDA, MEDIO Y BAJO) PROMEDIO EN ALTURA (cm), LONGITUD DE RAIZ, NÚMERO DE ESPORAS Y PORCENTAJE DE COLONIZACION VS DOS MATERIALES (HARTON Y BOROKU) A LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDO



MATERIAL HARTON VS BOROKU A LOS 60 DIAS



MATERIAL HARTON VS BOROKU A LOS 60 DIAS





UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
HEMEROTECA
Villavicencio - Meta

**FOTOGRAFIAS DE LONGITUD DE RAIZ DE LOS MATERIALES HARTÓN Y
BOROKU DURANTE LOS DOS MESES DE ESTABLECIDO.**

MATERIAL HARTON INOCULADA CON DIFERENTES HMA VS APL. DE FÓSFORO, TESTIGO



Figura 31. Longitud de raíz 60 cm. A los 30 días *Glomus etunicatum*.



Figura 32. A los 30 días. *Glomus etunicatum*

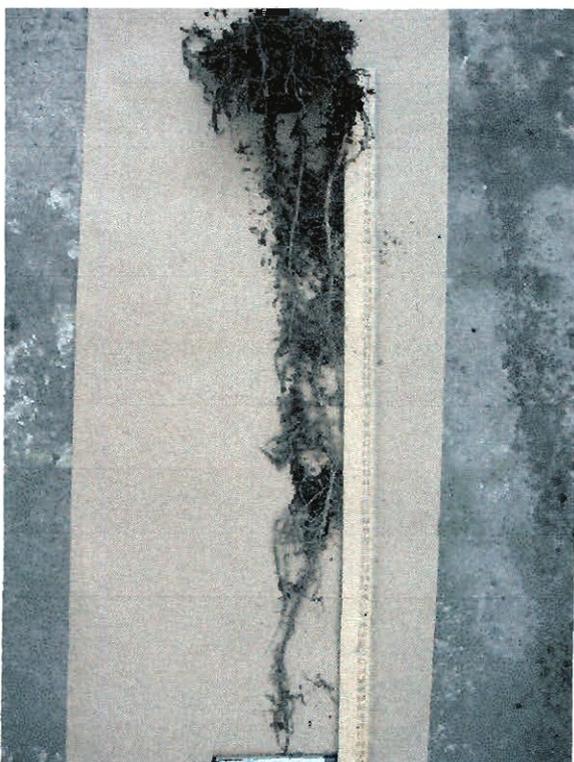


Figura 33. Longitud de raíz 74 cm. A los 30 días. Aplicación de fósforo requerido.



Figura 34. Longitud de raíz 20 cm. A los 30 días. Testigo.

MATERIAL HARTON INOCULADA CON DIFERENTES HMA VS APL. DE FÓSFORO, TESTIGO

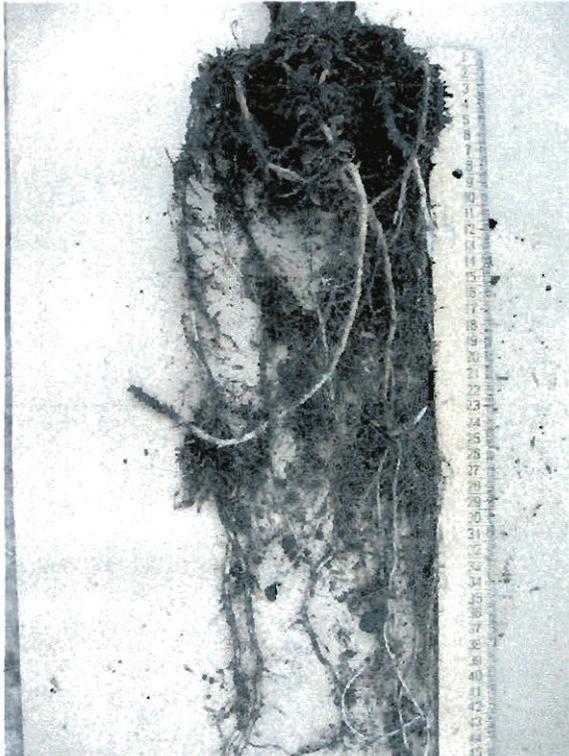


Figura 35. A los 60 días. *Glomus etunicatum*

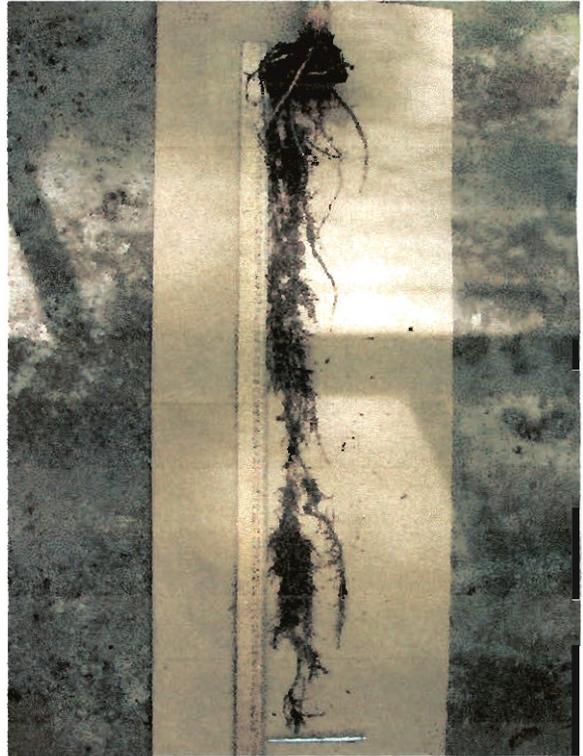


Figura 36. Longitud de raíz 91 cm. Aplicación de Fósforo requerido.



Figura 37. Longitud de raíz 49 cm. A los 60 días. Testigo.



Figura 38. A los 60 días. MVA-Nativas.

MATERIAL BOROKU INOCULADA CON DIFERENTES HMA VS APL. DE FÓSFORO, TESTIGO



Figura 39. Longitud de raíz 30 cm. A los 30 días. *Glomus manihotis*.



Figura 40. A los 30 días. *Glomus manihotis*.

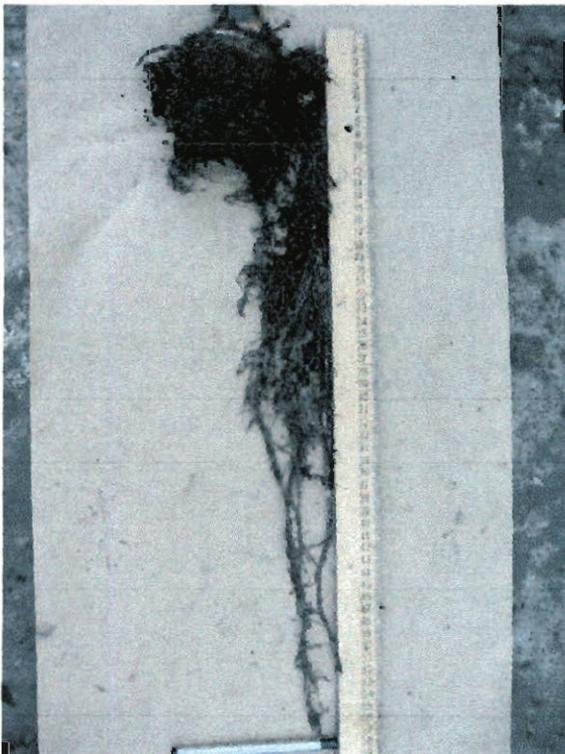


Figura 41. Longitud de raíz 58 cm. A los 30 días. Aplicación de fósforo requerido.

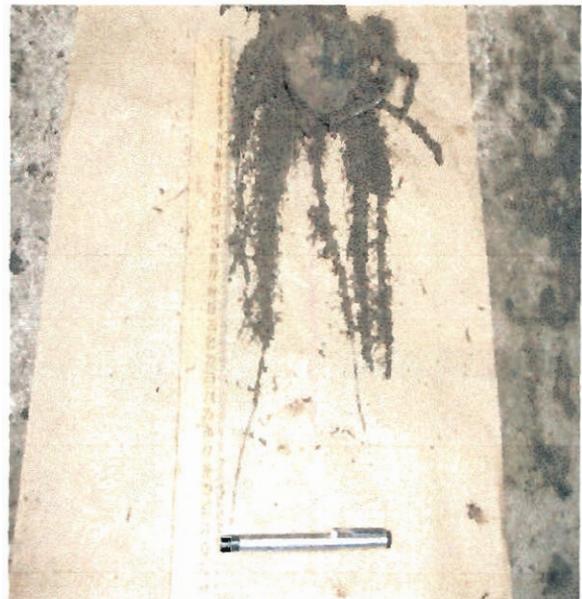


Figura 42. Longitud de raíz 31 cm. A los 30 días. Testigo

MATERIAL BOROKU INOCULADA CON DIFERENTES HMA VS APL. DE FÓSFORO, TESTIGO

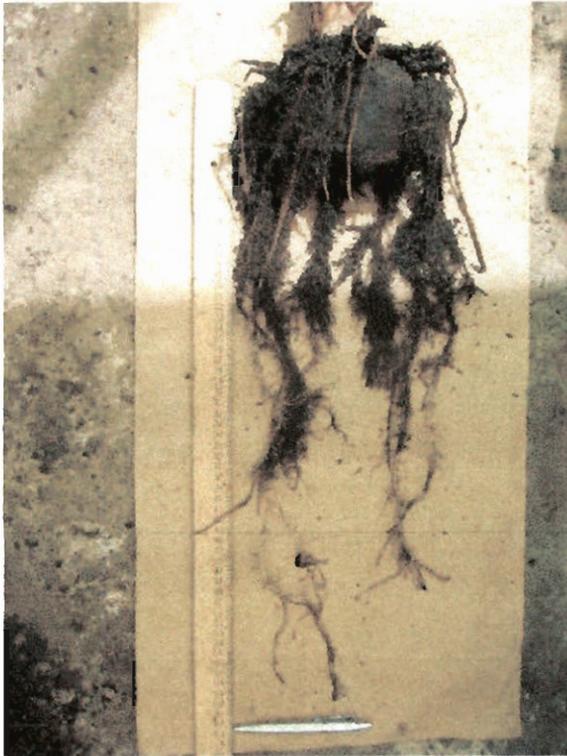


Figura 43. Longitud de raíz 63 cm. A los 60 días.
Entrophospora colombiana.

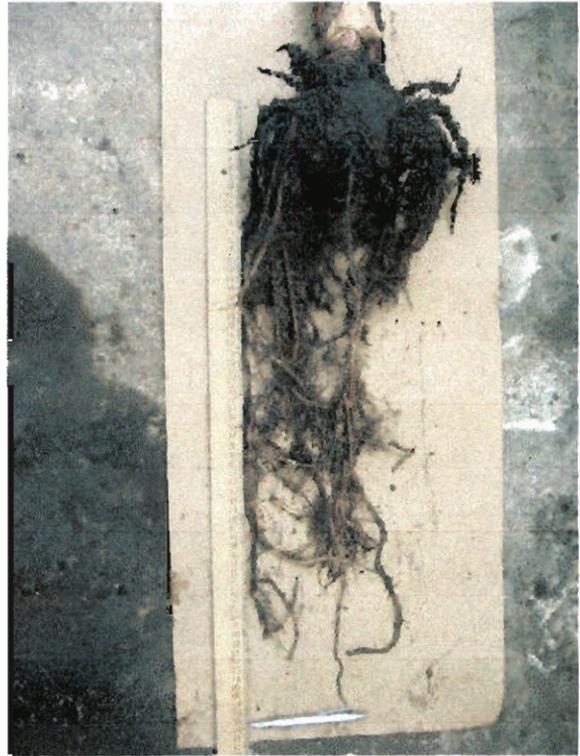


Figura 44. Longitud de raíz 70 cm. A los 60 días.
Glomus manihotis.

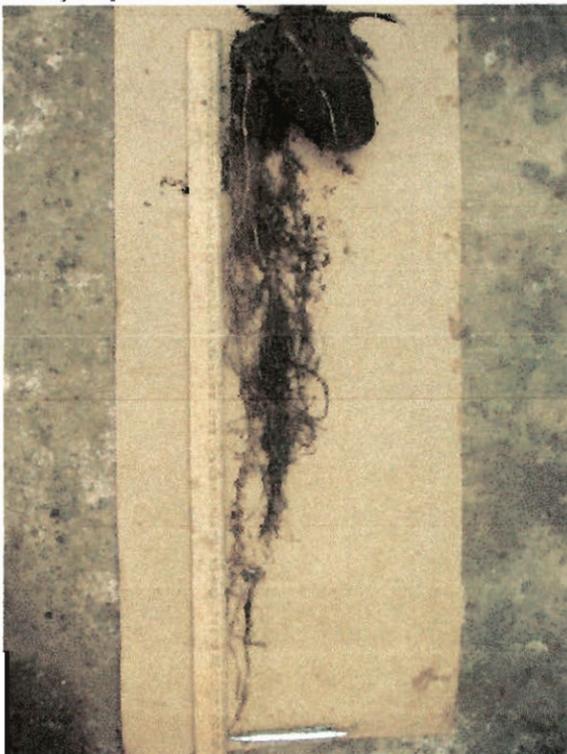


Figura 45. Longitud de raíz 78 cm. A los 60 días.
Aplicación de fósforo requerido

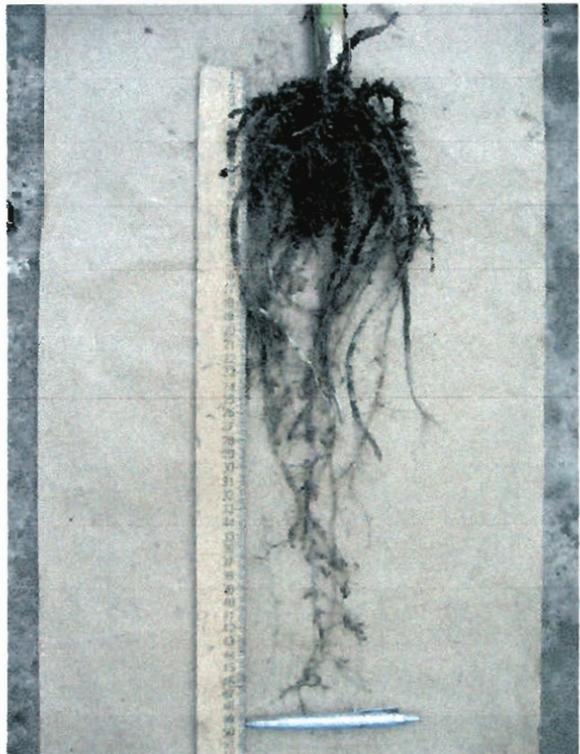


Figura 46. Longitud de raíz 50 cm. A los 60 días.
Testigo.

COLONIZACIÓN DE RAICES DE PLANTAS INOCULADAS CON DIFERENTES H.M.A EN LOS DOS MATERIALES

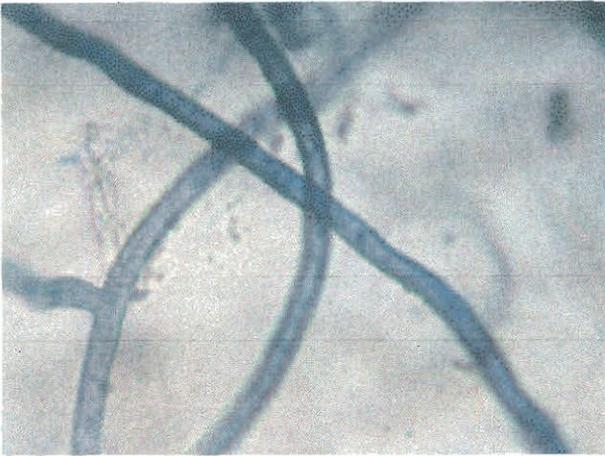


Figura 47. Hifa. *Glomus etunicatum*. (40x).



Figura 48. Hifa. *Entrophospora colombiana*. (40x).



Figura 49. Esporas. *Acaulospora tuberculata*. (40x).

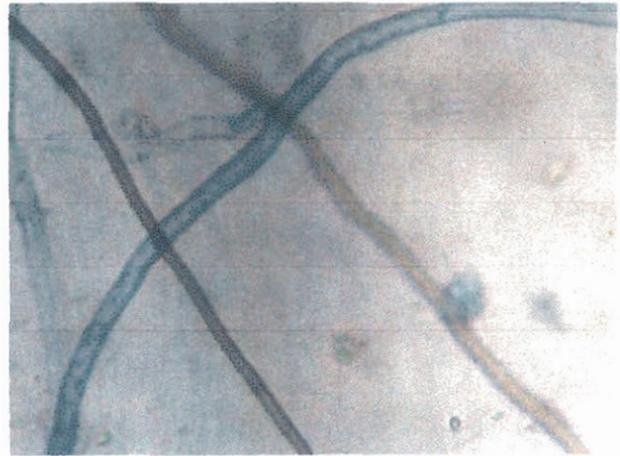


Figura 50. Hifa. *Entrophospora colombiana*. (40x).



Figura 51. Hifa. *Glomus manihotis*. (40x).



Figura 52. Hifa. *Glomus manihotis*. (40x).

COLONIZACIÓN DE RAICES DE PLANTAS INOCULADAS CON DIFERENTES H.M.A EN LOS DOS MATERIALES



Figura 53. Hifa. *Glomus etunicatum*. (40x)

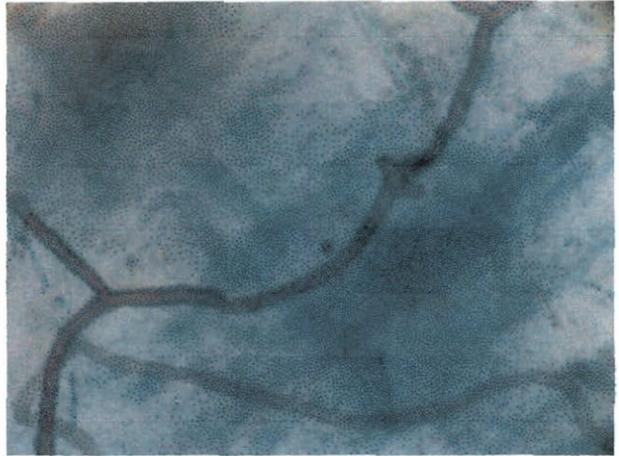


Figura 54. Hifa. *Entrophospora colombiana*. (40x).



Figura 55. Hifa & Vesícula. (40x).

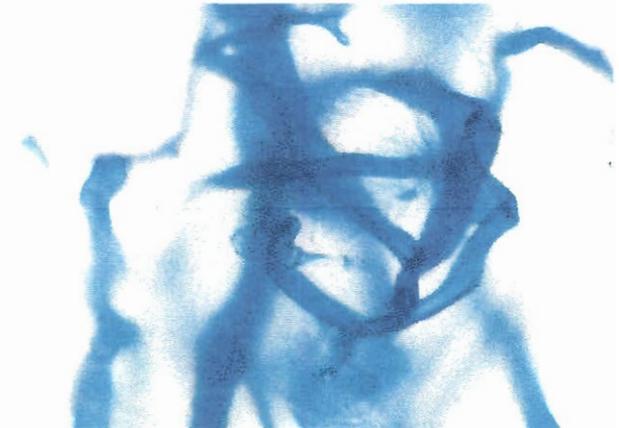


Figura 56. Hifa. (40x).



Figura 57. Hifa & Esporas. (40x).



Figura 58. Esporas. (40x).

8. CONCLUSIONES

Los materiales Hartón y Boroku, evaluados, presentaron buena aptitud para la micorrización, tanto las micorrizas del CIAT como las nativas, con diferentes niveles de colonización y diferentes número de esporas/ gr. suelo, demostraron ser microorganismos altamente benéficos con relación a un buen desarrollo vegetativo y fitosanitario de las plántulas de plátano.

En la Localidad de Fuente de oro (fincas de Guayabal y Las Margaritas) se encontró mayor diversidad de géneros y especies que en la Localidad de Villavicencio (Granja Unillanos), entre las cuales predominan el Género *Glomus*, *Acaulospora* y *Entrophospora*. Además se encontró que en la Localidad de Fuente de Oro las especies que predominan son: *Glomus reticulatum*, *Glomus manihotis*, *Glomus etunicatum*, *Glomus tenebrosum*, *Glomus albidum*, *N.N*, *Glomus geosporum*, *Glomus deserticola*, *Acaulospora tuberculata*, *Entrophospora colombiana* y las especies que predominan en Villavicencio son: *Glomus geosporum*, *Glomus tenebrosum*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus manihotis*, *Glomus albidum*, *Esporocarpum sp*, *Glomus agregatum*, *Acaulospora splendida*, *Gigaspora sp*.

Los tratamientos evaluados con Micorrizas nativas, comerciales (CIAT) y nativas más comerciales (Mezcla) presentaron promedios de 28 y 80 esporas /gr de suelo en el material Boroku, mientras en el material Hartón presentaron promedios de 33 y 96 esporas / gr de suelo.

En este trabajo los tratamientos con micorrizas comerciales, nativas y comerciales más nativas (mezcla), tienen reducción en la longitud de las raíces adventicias, pero un mayor incremento de ellas; en comparación con los tratamientos con aplicación de P, que presentaron pocas raíces adventicias y un mayor longitud de la raíz principal en dosis de P requerido, con relación al porcentaje de colonización y número de esporas por gramo de suelo en los tratamientos con aplicación de fósforo (requerido, medio, bajo) no se encontró microorganismo en el suelo debido a la desinfección del suelo que se realizo al inicio del trabajo de campo.

Los tratamientos evaluados con aplicaciones de P se comportan mejor en las dosis requeridas y media en el material Hartón; a diferente del Boroku que se adapta mejor en dosis bajas y requeridas; los mejores resultados con relación a la altura de los dos materiales con micorrizas fueron: *Glomus manihotis* y *Glomus etunicatum*, luego sigue el tratamiento con aplicación de Micorrizas nativas, el tratamiento con aplicación de Micorrizas nativas más comerciales (CIAT) del material Hartón, mientras en el material Boroku le sigue el tratamiento con aplicación de Micorrizas nativas más comerciales y por último el tratamiento con aplicación con Micorriza nativas.

Los resultados confirman los procesos de reconocimiento entre los simbioses, compatibilidad y especificidad ecológica y funcional de los asociados.

RECOMENDACIONES

Los resultados de este trabajo de investigación muestran la importancia de este recurso microbiológico en el cultivo de plátano, y disminución de costos de producción. Para que éste se convierta en una alternativa abierta y adoptada por los campesinos.

Los resultados obtenidos hasta el momento hacen considerar la inoculación micorrizica como práctica deseable en los viveros de producción vegetal.

Desde el punto de vista comercial la clave estaría en la producción de inoculantes de alta calidad que garantice al agricultor su inversión en este cultivo.

Al profundizar los conocimientos en este tipo de investigación y el aprovechamiento práctico de las Micorrizas, ayudaría a mejorar la productividad agrícola y el manejo de los recursos naturales. Además es un recurso biológico, que junto con los otros insumos pueden llegar a contribuir a mejorar la producción del plátano y hacerlo sostenible.

9. BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G. Fitopatología. México: Limusa, 1991. 474-477 p
- Azcon de Aguilar, C y Barea, J, M. Micorrizas en: Revista investigación y ciencia. 47 (16). (1980), p 8-16
- Barea, J. M. Micorrizas Vesículo- Arbusculares. En: Microbiología. Vol. II. Universidad de España, 1990.
- Barea, J.M. Vesicular –Arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. En: Advances in Soil Science, Vol.15, Springer Verlag, Nueva York; 1991.
- Burbano, H. Los Microorganismos del suelo. En el suelo: Una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Universidad de Nariño, Pasto, 1989. pp 141-145.
- Bürket, B. y A. Robson. Zn uptake in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) by three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in a root-free sand soil. *Soil Biology E Biochemistry*, 26: 1117-1124. 1994.
- Cardeñosa, R. El género musa en Colombia Plátanos, bananos y afines. Pacífico, Cali. 1954.
- French, R, Hebert. Método de investigación fitopatológico: IICA Costa Rica. 1980.
- Guerrero, E. et al. Micorrizas, recurso biológico del suelo. Bogota: Fondo Fen, 1996.
- <http://www.cci.org.co/Manual del Exportador/Frutas/Plátano/plátano.2003>

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cálculos: Corporación Colombiana Internacional. 2004.
- Morton, J. B and D. Redecker. Two new families of Glomales, Archaeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera Archaeospora and Paraglomus, based on concordant molecular and morphological characters. *Mycologia* 93(1).181-195. 2001. <http://invam.caf.wuv.edu.2001>.
- Ohms. Método de extracción de esporas del suelo. 1957.
- Odum, E. P. Ecología. Vinculo entre las Ciencias naturales y las Sociales. University of Georgia. 20 ediciones. Editorial Continental, S. A de C. V, México. 1998. pp. 65-77.
- Patiño, H. Investigaciones sobre micorrizas en Colombia. Interacción de Rhizobium-micorrizas VA en leguminosas tropicales. 2 ed. Palmira: Universidad Nacional de Palmira, 1989. 15-22 p
- Phillips y Haymain. Técnica de raíces. 1979.
- Salamanca S. C.R y Silva, M. R. Corpoica. Las Micorrizas como alternativa para el manejo sostenible de los agroecosistemas tropicales. Boletín Técnico N° 12. 1998.
- Sánchez de P. M. Endomicorrizas en agroecosistemas Colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. 1999.
- Sánchez de P., M. Conocimientos básicos sobre micorriza. Curso teórico-práctico de Biología del suelo. Memorias. Universidad Nacional, Palmira, Colombia. Jun. 15-30/93. pp 1-29. 1993.
- Shenck y Pérez; Escala para Caracterización de hongo M.V.A. 1990.

- SHENCK, N. C. y PÉREZ, I. Manual for the Identification of V.A. Micorrhizal Fungi. 3 Ed. University of Florida. Estados Unidos. 1990.
- Sieverding, E. Vesículo- Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Germany, 1991.
- Sieverding, E. Investigaciones sobre micorrizas en Colombia. Aspectos básicos de la investigación de la micorriza vesículo-arbuscular 2 ed. Palmira: Universidad Nacional de Palmira, 1989. 1-14 p
- Simmonds, N. W. Los plátanos. Blume. Barcelona. 1973.
- Belalcazar C, Sylvio. ICA Centro Satélite Plátano y Banano AA. Armenia, Colombia. 1976.