



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN



BIBLIOTECA "GONZALO VALLOS G."
F. I. M. C. P.

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN E
INVESTIGACIÓN EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE MICORRIZAS
ARBUSCULARES EN EL MAÍZ (*Zea mays* L.)

Por

MÓNICA CONCEPCIÓN ARMAS SOTO

Guayaquil, Ecuador

2010





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN
AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

Rectores:

Dr. M.Sc. Carlos Cedeño Navarrete U.G.
Dr. Moisés Tagle Galárraga ESPOL

Director Posgrado U.G.

Econ. M.Sc. Washington Aguirre

Decanos:

Dra. Carmita Bonifaz de Elao M.Sc. FAC. CCNN – U.G.
Ing. Juan Andrade Sánchez M.Sc. FIMCP- ESPOL.

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra en cualquier forma, sea electrónica o mecánica, sin previo consentimiento del autor.

Mónica Concepción Armas Soto
armasm@yahoo.es
Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible
www.fcnnmgye.com fcnn@ug.edu.ec
Tel: 04-2253117 – 04-2253118
Guayaquil. - Ecuador





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN
AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE MICORRIZAS
ARBUSCULARES EN EL MAÍZ

(*Zea mays* L.)

Por

MÓNICA CONCEPCIÓN ARMAS SOTO

Esta Tesis fue aceptada en su presente forma por el Comité Consejero y el Consejo Asesor del Programa de Educación e Investigación en Agricultura Tropical Sostenible de la Universidad de Guayaquil, como requisito parcial para optar al grado de:

Magíster en Ciencias con énfasis en Agricultura Tropical Sostenible

CONSEJO ACADÉMICO

Dra. Carmen Triviño Ph. D.

Directora de Tesis

Dra. Carmita Bonifaz de Elao M. Sc.

Dr. Luis Muñoz Vidarte



Guayaquil, Ecuador

2010

DEDICATORIA:

A mis padres Héctor y Bélgica por su apoyo incondicional

A mis hijos Priscila y Gabriel por su tiempo, por su vida, y cariño

A mi familia a quien amo profundamente.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Wilson Pozo G. por su tenacidad y visión en la realización de la Maestría.

A la Dra. Carmen Triviño G. por su apoyo y dirección en la realización de esta tesis.

Al Ing. Lenin Paz por su dirección y sugerencias en la tesis.

Al Ing. Eloy Orellana por su colaboración en la realización de la tesis.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Boliche por las facilidades brindadas para la realización de la tesis.

A la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales por las facilidades brindadas durante la realización de los estudios.

A mis amigos Geol. Celso Cárdenas y Dr. Francisco Ratti.

A los alumnos Yesenea Guaraca y Juan P. Tejena por su colaboración, gracias.

ÍNDICE

	CONTENIDO	PÁGINA
	Portada	i
	Página de aprobación	ii
	Dedicatoria	iii
	Agradecimiento	iv
	ÍNDICE	v
	Resumen	viii
	Summary	ix
	Lista de Cuadros	x
	Lista de Figuras	xi
	Lista de Anexos	xii
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo general	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
1.2.	Hipótesis	4
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.	Micorriza	5
2.2.	Clasificación taxonómica de las micorrizas	6
2.3.	Descripción morfológica de las micorrizas arbusculares	7
2.4.	Ciclo biológico de las micorrizas arbusculares	7
2.4.1	Precolonización	8
2.4.2	Penetración inicial del hongo	8
2.4.3	Colonización intrarradical	8
2.4.4	Desarrollo del micelio externo y estructuras reproductivas	9
2.5.	Función de la micorriza arbuscular	9
2.5.1	Biomasa de las plantas y su distribución	9

2.5.2	Absorción de nutrientes	10
2.5.3	Ciclo de vida del hongo endomicorrizico y estructuras formadas	12
2.5.4	Reciclaje de nutrientes	14
2.5.5	Glomalina	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.	Localización	16
3.2.	Muestreos de raíces y suelo micorrizado en plantaciones de maíz en las provincias	16
3.2.1	Provincia de Manabí	16
3.2.2	Provincia del Guayas	17
3.2.3	Provincia de Los Ríos	17
3.3.	Preparación del sustrato para siembra de raíz	17
3.4.	Multiplicación y mantenimiento de esporas vesículo arbusculares en plantas de maíz	18
3.5.	Tratamiento para ensayo de concentración de esporas de micorrizas arbusculares de los géneros <i>Glomus</i> y <i>Gigaspora</i>	18
3.6.	Inoculación en las plantas de maíz con esporas de micorrizas arbusculares de los géneros <i>Glomus</i> y <i>Gigaspora</i>	19
3.6.1	Altura de planta a la floración	19
3.6.2	Número de hojas presentes al momento de la floración	19
3.6.3	Superficie foliar	19
3.6.4	Peso fresco	20
3.6.5	Peso seco	20
3.7.	Diseño experimental	20
3.8.	Análisis de Varianza	20
3.9.	Modelo matemático	21
3.10.	Variabes de respuesta	21
3.10.1	Crecimiento de la planta	21
3.11.	Laboratorio	22
3.11.1	Tinción de raíces	22
3.11.2	Extracción y cuantificación de las esporas del suelo	22
4.	RESULTADOS	23
4.1.	Identificación de micorrizas vesículo arbusculares en maíz en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos del género <i>Glomus</i> sp	23

4.1.1	Morfología del género <i>Glomus</i> sp	24
4.1.2	Hifas	24
4.1.3	Arbúsculos	25
4.1.4	Células auxiliares	26
4.1.5	Esporas	26
4.1.6	Morfología del género <i>Gigaspora</i> sp	28
4.1.7	Efecto de dosis de micorrizas sobre el crecimiento de plantas de maíz	30
4.2.	Diámetro de esporas	34
4.3.	Altura de planta	35
4.4.	Peso fresco	36
4.5.	Peso seco	37
4.6.	Área foliar	38
4.7.	Número de hojas	38
4.8.	Análisis químico del sustrato	38
4.9.	Contaje de esporas de la provincia de Manabí	39
4.10.	Concentración de esporas de origen natural proveniente de la provincia de Manabí	40
4.11.	Concentración de esporas de origen natural proveniente de la provincia del Guayas	41
4.12.	Concentración de esporas de origen natural proveniente de la provincia de Los Ríos	42
5.	DISCUSIÓN	43
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
7.	BIBLIOGRAFÍA	46
	ANEXOS	48

RESUMEN

Este trabajo se basa en la identificación y multiplicación de especies de micorrizas vesículo arbusculares (MVA) propias de la Costa en el cultivo de maíz.

Este cultivo puede ser idóneo para producir micorrizas a gran escala ya que debido a la característica de sus raíces fibrosas permite que se desarrollen con mayor facilidad el micelio, las vesículas, células auxiliares, esporas y las otras estructuras que son parte de su funcionamiento, de esta forma puede mejorarse el rendimiento de cualquier cultivo al aplicar pequeñas dosis de especies nativas.

Los objetivos del presente trabajo fueron identificar la presencia y abundancia de biotipos de micorrizas vesículo arbusculares de importancia biológica y evaluar la respuesta de las dosis de micorrizas sobre el crecimiento de las plantas antes de la floración, en los cultivos de maíz de las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos.

Se identificaron dos géneros *Glomus* con el 96% y *Gigaspora* con el 4%, mediante la tinción de las micillas se observó las esporas de *Glomus* que pueden ser de forma redonda o elíptica y de colores turquesa, amarillo claro a oscuro, este género se caracteriza por presentar vesículas, esporas con su hifa sustentora, arbusculos, micelio externo e interno, las hifas extra radicales muy finas con micelio externo típicamente nudoso, su tamaño osciló entre 28 y 168 micras.

El género *Gigaspora* se caracterizó por presentar esporas más grandes su tamaño osciló de 56 a 224 micras, las esporas tienen una pared coriácea, robusta, formada de un solo grupo de capas que no se separan al romperse la espora, las esporas saludables presentaron una coloración verde amarillenta, las castañas y negras están viejas y parasitadas.

En las provincias del Guayas, Manabí y Los Ríos se obtuvieron abundancias promedio del género *Glomus* de 2 998 esporas/100 g de suelo, 829 esporas/100 g de suelo y 1453/100 g de suelo mientras que para el género *Gigaspora* se presentaron abundancias promedios de 96 esporas/100 g de suelo, 27 esporas/100 g de suelo y 40 esporas/100 de suelo respectivamente.

En las pruebas de invernadero realizadas en las tres provincias se estableció que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos inoculados del género *Glomus* tanto en el número de esporas, peso fresco, altura, área foliar y número de hojas.

Según la prueba de Duncan la concentración de *Glomus* en la provincia de Guayas se incrementó cuando a una baja concentración de materia orgánica (2.7%) según los análisis del laboratorio de suelos, lo que no ocurrió con las concentraciones de las demás provincias; por esta razón las micorrizas tuvieron un efecto significativo sobre el peso seco del testigo en la provincia del Guayas.

Palabras claves: endomicorriza, vesícula, arbusculo, espora.

SUMMARY

This work is based on species identification and multiplication of vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) characteristic of the coast in the maize crop.

This crop may be suitable for large-scale mycorrhizal production as due to the property of their fibrous roots allowed to develop more easily the mycelium, vesicles, helper cells, spores and other structures that are part of its performance, this way you can improve the performance of any crop when applying small doses of native species.

The objectives of this study was to identify the presence and abundance of vesicular arbuscular biotypes of biological significance and evaluate the dose response of mycorrhizae on plant growth before flowering in maize crops in the provinces of Manabi, Guayas and Los Ríos.

We identified two genus *Glomus* about 96% and *Gigaspora* to 4%, by staining of rootlets was observed spores of *Glomus*, which can be round or elliptical and turquoise, light yellow to dark, this genus is characterized by vesicles, spores with hyphae sustentora, arbuscules, internal and external mycelium, hyphae very fine extra radical hyphae typically gnarled, their size ranged between 28 and 168 microns.

The genus *Gigaspora* spores was characterized by larger size ranged from 56-224 microns, the spores have a wall leathery, robust, consisting of a single set of layers that are separated to break the spore, healthy spores showed a yellowish green color, chestnut and black are old and parasitized.

In the provinces of Guayas, Manabi and Los Ríos obtained average abundances of the genus *Glomus* of 2998 spores / 100 g soil, 829 spores /100 g soil and 1453 spores/100 g soil while the genus *Gigaspora* se presented spores average abundance of 96 spores /100g soil, 27 spores/100 g of soil and 40 spores /100 soil respectively.

In greenhouse trials conducted in the three provinces was established that no significant differences between inoculated treatments of the genus *Glomus* both in the number of spores, fresh weight, dry weight, leaf area and number of leaves.

According to Duncan test the concentration of *Glomus* in the province of Guayas increased due to a low concentration of organic matter (2.7%) according to laboratory analysis of soil, which did not happen with the concentrations of the other provinces, which is why the end o had a significant effect on dry weight of the control in the province of Guayas.

Keywords: endomycorrhiza, gallbladder, arbuscules, spores.

LISTA DE CUADROS

	CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1	Número de esporas de <i>Glomus</i> y <i>Gigaspora</i> , después de 50 días de aplicación en invernadero. 2004	31
Cuadro 2	Comparación de Medias de esporas (38 micras)	32
Cuadro 3	Comparación de Medias de esporas (150 micras)	33
Cuadro 4	Diámetro de esporas en micras	34
Cuadro 5	Comparación de Medias de altura	35
Cuadro 6	Diámetro de esporas en micras	36
Cuadro 7	Comparación de Medias en peso seco	37
Cuadro 8	Comparación de Medias en área foliar	38
Cuadro 9	Promedios y regresiones entre las variables del cultivo de maíz en invernadero de altura de planta, peso fresco, peso seco, en suelos de las provincias del Guayas, Manabi y Los Ríos. 2004.	53
Cuadro 10	Preparación de azul de Tripano en lactoglicerol (0,005%)	54
Cuadro 11	Método empleado para la extracción de esporas	54

LISTA DE FIGURAS

		PÁGINA
Fig. 1	Raíces teñidas con azul de tripano, micelio y vesícula, 40X	24
Fig. 2	Raíz con micelio externo y pelos radicales, teñidas con azul de anilina con 40X	25
Fig. 3	Raíz con arbuscúlos llenando las células corticales, 40X	25
Fig. 4	Células auxiliares, 40 X	26
Fig. 5	Espora del genero <i>Glomus sp</i> con su hifa de forma recta, 40X	26
Fig. 6	Esporas del género <i>Glomus</i> con presencia dela hifa sustentora en forma de embudo 20X	27
Fig. 7	Espora del género <i>Glomus</i> con capa mucilagínosa, con dos láminas en la pared	27
Fig. 8	Espora del género <i>Glomus</i> llena de lípidos	28
Fig. 9	<i>Gigaspora</i> vieja, de color café oscuro, 40X	29
Fig. 10	Comparación del tamaño de <i>Gigaspora sp</i> con esporas del género <i>Glomus sp</i> , 20X	29
Fig. 11	Arbuscúlos que se inflan como rollo dentro de la célula, invaden las células corticales, 40X	30
Fig. 12	Resultado de la esporulación en la provincia de Manabí	40
Fig. 13	Resultado de la esporulación en la provincia del Guayas	41
Fig. 14	Resultado de la esporulación en la provincia de Los Ríos	42
Fig. 15	Multiplicación y mantenimiento de espóra en plantas de maíz	51
Fig. 16	Suelo micorrizado	51
Fig. 17	Preparación de inóculo de esporas	52
Fig. 18	Montaje de raicillas	53

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1 Promedios y regresiones entre las variables del cultivo de maíz en invernadero de altura de planta, peso fresco, peso seco, en suelos de la provincia del Guayas, Manabí, y Los Ríos
- ANEXO 2 Análisis de suelo provincia del Guayas-El Azúcar
- ANEXO 3 Análisis de suelo de Estación Experimental Boliche
- ANEXO 4 Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos Recinto Estero Lagarto
- ANEXO 5 Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos Recinto La Mecha
- ANEXO 6 Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos finca Dos Hermanos
- ANEXO 7 Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos finca S/N
- ANEXO 8 Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos Recinto San Rafael
- ANEXO 9 Análisis de suelo de la provincia de Manabí –Cade-Colón
- ANEXO 10 Análisis de suelo de la Provincia de Manabí-Rocafuerte
- ANEXO 11 Análisis de suelo de la Provincia de Manabí-INIAP-Portoviejo
- ANEXO 12 Análisis de suelo de la provincia de Manabí-Iliguerón

1. INTRODUCCIÓN

El uso de tecnologías limpias para el medio, conservación y producción agrícola es una tendencia actual en Ecuador, se está tomando conciencia de la necesidad de utilizar los microorganismos como biofertilizantes ya que estos pueden ser de gran beneficio en esta actividad, mediante un manejo adecuado de la tecnología. El funcionamiento de un agroecosistema depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo ya que no solo los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes son realizados por microorganismos, sino que, además, los componentes de la microbiota del suelo protagonizan diversas acciones que producen beneficios para las plantas con las que se asocian. Entre otras acciones, los microorganismos facilitan la captación de nutrientes, producen fitohormonas que favorecen el enraizamiento, protegen a la planta contra patógenos, incrementan la resistencia y/ o tolerancia de la planta a la sequía, salinidad, descomponen sustancias tóxicas en el ecosistema y mejoran la estructura del suelo.

En los sistemas suelo-planta existen tres grupos principales de microorganismos beneficiosos, que son claves en el contexto de la sostenibilidad de los mismos, los cuales son: hongos formadores de micorrizas, especies de rizobiáceas y rizobacterias.

Las micorrizas son asociaciones simbióticas de un hongo y las raíces de plantas superiores. La planta sede al hongo hidratos de carbono y el hongo proporciona a la planta un aumento de su capacidad para absorber agua y algunos elementos nutritivos, especialmente el fósforo. Las raíces de una planta micorrizada exploran un volumen de suelo mucho mayor que cuando no hay micorrizas. Además, el hongo segrega unas enzimas que facilitan a la planta una absorción de nutrientes. Todo ello se traduce en un incremento de biomasa de la planta, tanto de la parte aérea como del sistema radical. Por otra parte, el hongo al desarrollar sus propias defensas impide el desarrollo de otros posibles competidores, con lo cual la planta hospedadora resulta más resistente a organismos patógenos. Los hongos micorrízicos arbusculares, exudan por las raíces glicomalina una glicoproteína que contiene carbohidratos, carbono y nitrógeno, tiene propiedades cementantes, es decir construye y estabiliza los agregados del suelo y por lo tanto mejora la estructura del mismo.

La eficiencia simbiótica de estos hongos se debe a que poseen un mecanismo bioquímico enzimático extremadamente eficiente en la absorción de iones de baja solubilidad y poca movilidad en la solución del suelo, como es el caso del elemento del fósforo. Se ha demostrado que en plantas micorrizadas hay una concentración elevada de fitohormonas como el ácido indolacético (AIA) y de citoquininas (CQ) (Sánchez, 1986).

La presencia e importancia ecológica de la micorriza vesículo-arbuscular (MVA) ha sido ampliamente estudiada en ciertas comunidades de plantas, tales como los bosques tropicales lluviosos, las dunas arenosas y cultivos agrícolas, sin embargo existe poca información en cuanto a la ecología de las relaciones simbióticas.

El cultivo de maíz representa el 4% del área agrícola, se estima que de este rubro se emplea a 140 mil personas aproximadamente, que representa el 11% de la población económicamente activa dedicada a la agricultura. Las provincias maiceras son las siguientes: Manabí con el 35%, Los Ríos con el 27% y Guayas con el 23% y los rendimientos más altos obtenidos de maíz fueron en Los Ríos (3.2 TM/ha), Guayas con (2.9TM/ha) y Manabí con (1.8 TM/ha) (Rizzo, 2001 Biblioteca Digital Agropecuaria).

Este cultivo es idóneo para producir micorrizas a gran escala debido a las características de sus raíces fibrosas porque permite que se desarrollen con mayor facilidad las esporas y las células auxiliares de estos hongos simbióticos. En nuestro país las investigaciones realizadas con MVA como biofertilizantes en el cultivo de maíz son pocas, por esta razón es importante realizar estos estudios de identificación y colonización, ya que al considerarse como hongos mejoradores de la calidad en las plantas de diferentes cultivos como yuca, banano, caña de azúcar y otros, los cuales han presentado efectos positivos porque disminuyen los posibles peligros de contaminación ambiental, producen incrementos neto de la biomasa, aumentan la resistencia a enfermedades mejorando el vigor de la planta huésped, repelen patógenos en la zona de la raíz, compitiendo exitosamente por los nutrientes o produciendo sustancias antibióticas solubles o aún volátiles, mejoran la biodiversidad vegetal, mejoran la utilización de nutrientes, mejoran la estructura del suelo, facilitan el secuestro de carbono en el suelo y ofrecen tolerancia a la salinidad.

En trabajos de aislamiento, colonización e identificación de micorrizas nativas asociadas a la rizósfera de las plantas de café, se tiene conocimiento de que el maíz es uno de los hospederos idóneos junto con la soya y el arroz, las micorrizas son habitantes naturales de los ecosistemas cafetaleros.

La taxonomía de los hongos formadores de micorriza vesículo arbuscular es una de las bases para poder desarrollar investigaciones ya que al igual que en otros grupos biológicos, requiere depositar ejemplares que respalden las especies estudiadas en una colección registrada en herbarios y consiste en preparaciones permanentes con esporas montadas.

La descripción morfológica de las esporas es una de las herramientas que permite una identificación más precisa y en este trabajo de investigación se ha conseguido la descripción y la identificación morfológica de las especies *Glomus* sp y *Gigaspora* sp bajo las condiciones agroecológicas de las provincias que participaron en el estudio. Por las consideraciones antes expuestas los objetivos de este trabajo fueron:

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo general:

Determinar los efectos de las micorrizas arbusculares en las plantas de maíz en invernadero.

1.1.2 Objetivos específicos:

1. Identificar la presencia y abundancia de biotipos de micorrizas vesículo arbusculares de importancia biológica en el cultivo de maíz en la provincia de Manabí, Guayas y Los Ríos.
2. Evaluar la respuesta de las dosis de micorrizas sobre el crecimiento de las plantas de maíz antes de la floración.

1.2. Hipótesis

1. Existen diferentes biotipos de micorrizas vesículo arbusculares en función del maíz y la localidad.
2. Existe una respuesta de las dosis de micorrizas sobre el crecimiento de las plantas de maíz antes de la floración.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

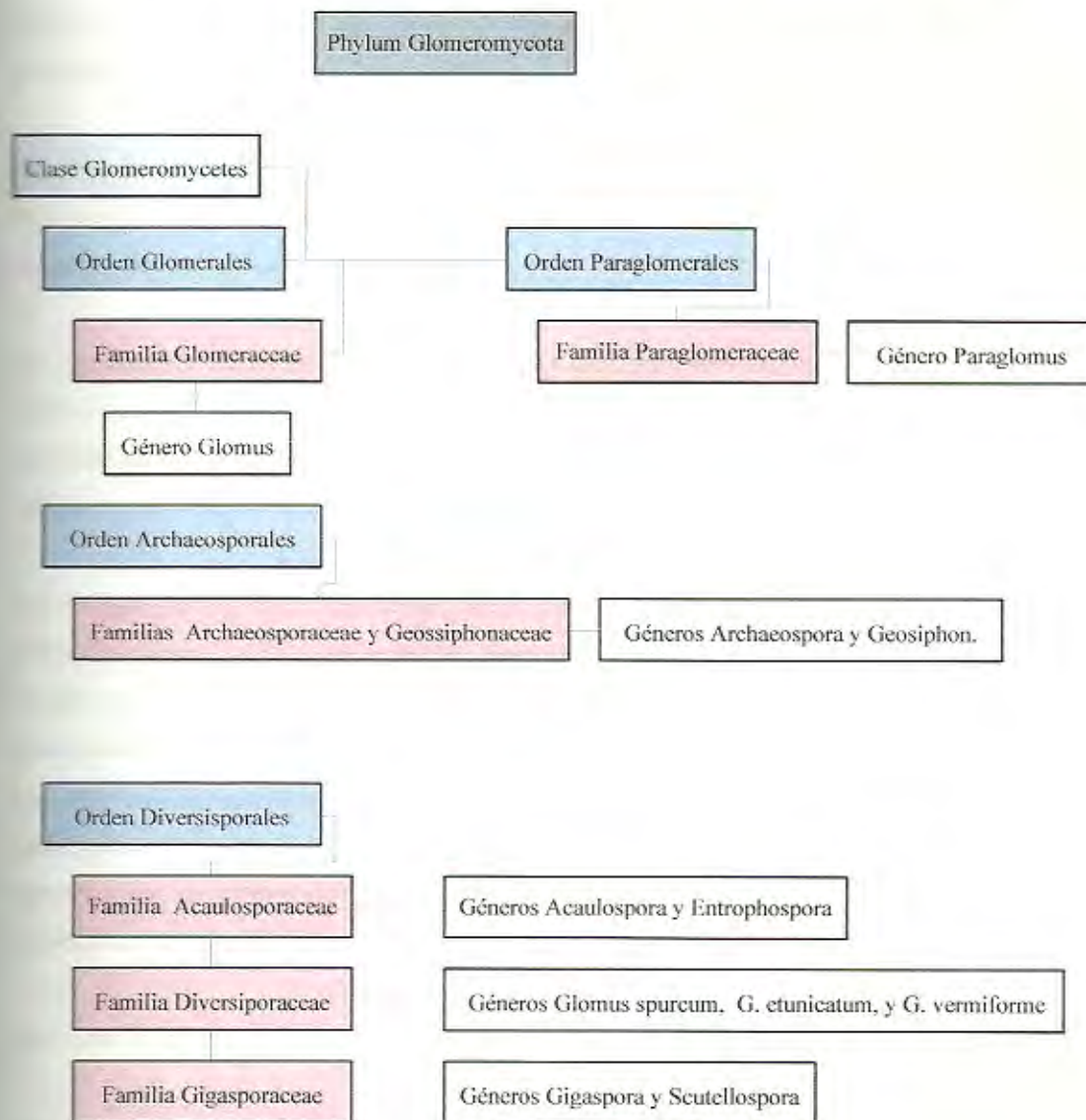
2.1. Micorriza

Significa raíz de hongo, porque indica exactamente lo que es, una estructura formada por la combinación de micelio de hongo con los pelos del sistema radical, pero vitales porque absorben alimentos de ciertas plantas superiores. La micorriza no es el hongo solo, ni la raíz sola, sino la combinación de ambos. Los dos juntos forman un equipo de trabajo, es decir la unión íntima de la raíz de una planta con las células (hifas) de determinados hongos, las raíces son tan importantes como las hojas, absorben del suelo agua y minerales, elementos indispensables para el desarrollo de la planta. En la mayoría de nuestras plantas anuales comunes y en muchas de las perennes, las raíces absorbentes son pelos delicados, unicelulares que se aferran a las partículas de tierra y absorben agua y minerales disueltos, así como algunos otros elementos vitales (Christensen, 1961).

Las micorrizas han sido agrupadas con base en el patrón de colonización observado en las plantas asociadas, así: ectomicorrizas, endomicorrizas y un tipo intermedio denominado ectendomicorrizas. Las Endomicorrizas se caracterizan por la penetración del hongo inter e intracelularmente, ausencia de manto y acentuadas modificaciones que no se observan de manera macroscópica, dentro de las endomicorrizas se agrupan algunas formas muy específicas, como las correspondientes a las orquídeas, ericoides, y las más extendida dentro de las especies vegetales, las endomicorrizas o micorriza arbuscular (MAV). Las especies de hongos pueden aislarse individualmente por colección de esporas y esporocarpos, e inocular a hospederos, porque la endomicorriza V-A no puede crecer en cultivos axénicos (Rodríguez, González y Ferrera, 1993)

2.2. Clasificación taxonómica de las micorrizas

La clasificación taxonómica de acuerdo a Schübler, Schwarzott and Walker (2001).



2.3. Descripción morfológica de las micorrizas arbusculares

La mayoría de las plantas de nuestro planeta están micorrizadas cuando crecen en condiciones naturales, y de éstas, aproximadamente el 95% corresponde a la asociación MA, disponen de una gran variedad de huéspedes (Coyne, 1999).

Hay más de 150 especies fungosas registradas, y los hospederos son muy diversos, el 97% de las fanerógamas, incluidas casi todas las especies de interés agronómico, pastoril y selvático, presentan micorrizas (Christensen, 1961).

Las especies de micorrizas vesiculares arbusculares producen esporas grandes, que están en reposo, que pueden llegar a tener un diámetro de 0,2 mm., algunas tienen esporas aglomeradas en cápsulas. La morfología de las esporas es la base de su identificación, en vista de que el hongo propiamente no puede ser cultivado (Christensen, 1961).

Los hongos de las micorrizas arbusculares forman dos estructuras principales: vesículas y arbuscúlos (Lugo, 1998). Las vesículas presentan extensiones de hifas de 1 a 10 μ m entre las células de las plantas, se trata de lípidos llenos y son, aparentemente, órganos de almacenamiento. Los arbuscúlos son hifas con finas ramificaciones, similares a las haustorias. Los arbuscúlos no penetran en la membrana celular, pero forman con ésta una barrera de una superficie muy extensa. Los arbuscúlos subsisten durante un período de 4 a 10 días y luego son digeridos por las células de las plantas. Los arbuscúlos constituyen el lugar de intercambio metabólico entre las micorrizas y las plantas (Barea, 1996).

2.4. Ciclo biológico de las micorrizas arbusculares

En el establecimiento de la simbiosis se distinguen 4 fases: precolonización, penetración inicial del hongo, colonización intraradical y desarrollo del micelio externo y de estructuras reproductivas. Aparentemente, los modelos de penetración y colonización del hongo son dependientes del hospedero y del tejido que va a ser colonizado (Barea, 1996).

2.4.1 Precolonización

Se inicia a partir de las fuentes de inóculo de las MA presentes en el suelo; esporas, células auxiliares, vesículas e hifas externas presentes en una raíz micorrizada. Estos propágulos del suelo, crecen en abundancia, aumentando las posibilidades de contacto entre la raíz y el hongo. Cuando se trata de esporas, el tubo germinativo aparece normalmente entre 3 y 7 días, crece, se ramifica y puede permanecer activo hasta 30 días; si no se encuentra una raíz susceptible, entra en reposo, y puede iniciar otra vez la germinación cuando las condiciones sean favorables. A partir de ese tubo que crece inicialmente a expensas de las reservas del propágulo, se desarrolla el micelio en forma radial y coloniza el suelo alrededor de la espора, sin mostrar una tendencia direccional; se supone que éste llega a rizósfera, erráticamente, donde es estimulado por los radicales presentes en ésta y que provocan la formación de una estructura de precolonización a manera de abanico; a partir de ella se produce la colonización propiamente dicha (Christensen, 1961).

2.4.2 Penetración inicial del hongo

El hongo al entrar en contacto con la raíz, expresa su reconocimiento mediante el hinchamiento apical de la hifa al tocar la superficie radical, dando lugar a un apresorio que origina la hifa de penetración, la cual se abre 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, si éstos son activos. El hongo no coloniza por heridas ni partes deterioradas de la raíz, pues para entrar requiere un sitio fisiológicamente funcional. Se ha observado que la hifa colonizadora reduce su tamaño en forma considerable al atravesar la pared de las células lo recupera una vez que logra ser aceptado (Christensen, 1961).

2.4.3 Colonización intraradical

Una vez en el interior, la hifa de penetración se ramifica, se desarrolla entre las células de la epidermis y a través de estas, y avanza hacia el tejido cortical. En las células corticales más externas, el desarrollo es restringido y allí suele formar "ovillos" intracelulares no ramificados, que llenan el lumen de las células. El hongo, tan pronto alcanza las células de la corteza interna, continúa su desarrollo longitudinal, y emite numerosas ramificaciones laterales; algunas

penetran al interior de las células y se ramifican en forma dicotómica una y otra vez, para dar origen a los arbusculos. La vida media de un arbusculo se ha estimado, poco más o menos, entre 4 y 15 días. Su senescencia se marca por desorganización del citoplasma en las ramas más finas, se torna amorfo y sus organelas no se distinguen; sus paredes y membranas presentan colapso y se van sellando por tabiques a medida que dejan de funcionar. Cuando se degrada totalmente, la célula del hospedero recupera su estructura y función individual. En su recorrido, El hongo MA no coloniza la endodermis, haces vasculares, ni los nódulos de plantas leguminosas aunque si se ha encontrado dentro de los nódulos fijadores de nitrógeno en algunos plantas no leguminosas, como *Ceanothus* (Ferrera-Cerrato, 1989).

2.4.4 Desarrollo del micelio externo y estructuras reproductivas

El micelio externo cumple una función importante en el sistema micorrízico porque constituye la estructura adicional de absorción, que capacita a la planta para obtener nutrientes que de otra forma no le serían accesibles, pueden encontrarse extensiones de micelio externo entre 12-20 cm, que se traducirían en mayores volúmenes del suelo que se va a explorar en beneficio de la planta micorrizada (Ferrera-Cerrato, 1989).

2.5. Función de la micorriza arbuscular

Las funciones que cumple la MA en los ecosistemas y agroecosistemas han sido estudiadas en diversas condiciones y especies vegetales:

2.5.1 Biomasa de las plantas y su distribución

La MA aumenta la fitomasa y también influye en su distribución: hay mayor retención de fotosintatos en la parte aérea y en la producción y utilización de material vegetal. Los incrementos en crecimiento y biomasa como efecto de MA son mayores en suelos con baja fertilidad o con problemas de equilibrio de nutrientes, sobre todo cuando el Fósforo asimilable es deficiente.

2.5.2 Absorción de nutrientes

La mayor contribución de la MA ocurre en iones que difunden con lentitud y tienen bajas concentraciones en la solución del suelo: P, Amonio, K, Zn, y Cu, entre otros. El Fósforo es el elemento más importante involucrado en la respuesta al crecimiento de las plantas micorrizadas, lo absorben del mismo reservorio que lo toman las plantas no micorrizadas, se suscitan cambios en la rizósfera, la presencia de MA afectan indirectamente la fijación y solubilización de este nutriente, así como la mineralización de la materia orgánica, pues influyen sobre los microorganismos del suelo presentes en la micorrizósfera (Ferrera-Cerrato, 1989).

En lo que se relaciona con los fertilizantes fosforados se ha establecido que la MA torna a sus hospederos más eficientes en su uso, cuando éstos se aplican en cantidades que no limitan su funcionamiento; así, disminuyen sus pérdidas. Se han registrado incrementos en la concentración de nitrógeno en plantas micorrizadas, en algunos casos, explicados como resultados del efecto sinérgico MA- microorganismos fijadores de N_2 y por aumento en la absorción del nitrógeno del suelo por las hifas externas, especialmente en forma de amonio. El K y el Mg se han encontrado en mayores concentraciones en plantas micorrizadas que en aquellas que no lo están; los gránulos de polifosfato de las MA pueden llevar sodio asociado y favorecer su movilidad. Las hifas de la MA toman de manera activa Zn, Cu, B y Mo y los transportan a la planta hospedera. El Fe y el Mn por lo general se encuentran en mayores concentraciones en plantas micorrizadas; en algunos hongos micorrícicos se ha descubierto la formación de sideróforos, cualidad que los capacita para tomar el Fe en condiciones de baja disponibilidad. Los sulfatos dada su alta movilidad, están disponibles en el suelo; a pesar de ello, se ha comprobado que ocurre transporte a través de las hifas de los micosimbiontes (Ferrera-Cerrato, 1989).

En trabajos similares realizados en Cuba con plantas micropropagadas de caña de azúcar, se inoculó con cepas que se producen a nivel comercial, donde son aplicadas como biofertilizantes las micorrizas arbusculares. Los resultados obtenidos indican un mejoramiento en las características morfológicas de las plantas micropropagadas, así como una buena colonización de la raíz (Soria, Reyes, Ocegüera y Pereira, 2000).

La incorporación de hongos endomicorrizicos y de enmiendas orgánicas dentro de las prácticas agrícolas, podrían reducir el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, de esta manera, el

ahorro económico y la disminución del efecto de estos productos sobre el ambiente y su biota, permitiría elevar la sostenibilidad de los agroecosistemas de producción (Urribarri *et al.* 1999).

Los hongos formadores de micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) no solubilizan el fósforo del suelo pero pueden aumentar la absorción del Fósforo disponible explorando un volumen de suelo más grande que la raíz misma. Las plantas con micorrizas son resistentes a la sequía probablemente debido al mayor transporte de agua a las raíces que facilita el transplante de plantones en el campo (Ruiz, 2002).

Los hongos micorrícicos pueden aumentar la resistencia a enfermedades simplemente mejorando el vigor de la planta huésped, también repelen patógenos en la zona de la raíz compitiendo exitosamente por los nutrientes o produciendo sustancias antibióticas solubles o aún volátiles. Además, la envoltura que forman las ectomicorrizas pueden jugar un rol protector para enfermedades económicamente importantes en pinos y eucaliptos (Ruiz, 2002).

Otro aspecto de interés es la prospección de las micorrizas y su significado en el establecimiento y protección de las plantas en suelos degradados, se sabe que tanto el medio agrícola como los ecosistemas naturales pueden ser afectados por procesos degradativos de diversa índole, en cuanto a su origen y naturaleza que inciden en la productividad y calidad de las cosechas y/o en la estabilidad, diversidad y productividad de los ecosistemas (Barea, 1996).

Para resolver las problemáticas desencadenadas en los tres tipos de procesos degradativos citados, se han propuesto estrategias basadas en el uso de plantas dotadas de características específicas para cada caso (Barea, 1996).

Todas las leguminosas forman doble simbiosis con microorganismos del suelo tales como los fijadores de nitrógenos y las micorrizas, en este estudio se evaluó el efecto de cuatro especies de micorrizas arbusculares en el desarrollo de *Phaseolus vulgaris*, la prueba de Duncan mostró que las plantas inoculadas presentaron los mayores valores de peso seco, número de hojas y grosor del tallo (Lugo, 1988).

El banano es una herbácea monocotiledónea de porte arbóreo. Esta es una especie que muestra una gran capacidad para beneficiarse de la simbiosis micorrícica y de la actividad de ciertas

bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPBs) especialmente durante las primeras fases de desarrollo. Para comprobar el efecto de los hongos MA sobre la arquitectura radical de esta especie, se inocularon durante la fase post-vitro bananos micropropagados (Gran Enana), con el hongo *Glomus intraradices* Schenk & Smith, evaluando secuencialmente el efecto sobre el desarrollo radical a lo largo de 80 días. La alteración más destacada sobre la morfología de la raíz fue un incremento en la ramificación y una mayor longitud total, lo que se tradujo en una mayor densidad del sistema radical (Jaizme -Vega, 2003).

2.5.3 Ciclo de vida del hongo endomicorrízico y estructuras formadas

Los hongos endomicorrízicos son simbioses obligados incapaces, por lo tanto, de sostener su crecimiento y reproducción fuera de la planta hospedante. Este nicho restrictivo parece estar balanceado por la existencia de un gran ámbito de hospederos, lo cual significa amplias oportunidades de establecerse para cualquier propágulo (una parte del cuerpo del individuo, una sola célula) disperso. Adicionalmente el hábito de crecimiento filamentosos confiere a estos hongos una gran versatilidad en su ciclo de vida que se caracteriza por un crecimiento indefinido mientras exista una fuente de carbono disponible en la planta hospedante, todo indica que la reproducción es clonal (todo individuo idéntico por propagación forma un clon) y que las esporas se forman asincrónicamente (desorganizadamente) a medida que la colonización micorrízica progresa. Este proceso involucra, además, la formación de otras estructuras en tanto que el hongo se establece, crece y se reproduce en el hospedero, según se describe a continuación (INVAM, 1997).

- (i) **Hifas:** las hifas intrarradicales que se originan a partir de un punto de entrada parecen tener un crecimiento limitado y forman lo que se ha denominado una "unidad de infección o colonización", cuyo tamaño es regulado por las interacciones hongo-hospedero. Las hifas externas pueden ser de tipo infectivo, de absorción o fértiles (formadoras de esporas) su crecimiento, senescencia y otras características son poco conocidas hasta el presente. Las hifas infectivas se encargan de iniciar nuevos puntos de colonización en la misma raíz, en otras raíces de la misma planta o en raíces de plantas vecinas.

- (ii) **Arbúsculos:** estas estructuras de forma parecida a un árbol se forman a partir de ramales de las hifas intrarradicales una vez que las mismas han penetrado a través de la pared de la célula cortical. Los arbúsculos se forman entre la pared celular y la membrana plasmática, y si son de corta duración, se producen en forma abundante mientras que el hongo está en activo crecimiento, por lo que pueden observarse por largos periodos.

- (iii) **Vesículas:** son corpúsculos de pared delgada que contienen lípidos y se producen en forma intercalar o terminal a partir de una hifa dentro del córtex radical. Se encuentran exclusivamente en la familia Glomeraceae, siendo ovoides a elipsoides. Las vesículas se diferencian en los primeros estados del desarrollo de *Glomus* pero proliferan aproximadamente al mismo tiempo que se inicia la esporulación y se incrementan de allí en adelante, están diseñadas para cumplir la función de almacenar y dividir, a modo de compartimentos, lípidos ricos en energía durante el desarrollo micorrízico, posiblemente para el mantenimiento y crecimiento del hongo después que han cesado las funciones metabólicas de las raíces.

- (iv) **Células auxiliares:** constituyen racimos de células de paredes delgadas que emergen de una hifa extrarradical de los hongos dentro de la familia Gigasporaceae. La superficie de estas células puede ser espinosa en el género *Gigaspora* pero tales espinas pueden estar reducidas a protuberancias y en otros casos la superficie puede percibirse como lisa en varios grupos del género *Scutellospora* con frecuencia, las células auxiliares se diferencian a partir del tubo germinativo de las esporas, previo al establecimiento de cualquier colonización micorrízica, al igual que las vesículas, estas células frágiles almacenan lípidos a manera de compartimentos y proveen de una fuente de macromoléculas de carbono independiente del hospedero durante la formación de las esporas.

- (v) **Esporas:** en general las esporas se pueden diferenciar tanto en el suelo como en las raíces, ningún miembro de la clase Glomeromycetes producen zygosporas y sus esporas asexuales tienen poca o ninguna afinidad morfológica con las esporangiosporas asexuales o las clamidosporas. La esporulación intrarradical, cuando ocurre, es más abundante en algunas especies de *Glomus*. Las más notorias y

consistentes con *G. intrarradices* y *G. diaphanum*. El inicio de la esporulación varía con la especie y las condiciones de crecimiento, siendo común un período de 3-4 semanas posterior a la colonización bajo la gran mayoría de las condiciones (excepto alto contenido de fósforo en el suelo, el cual inhibe todas las fases). El hospedero, por su parte, afecta de forma directa e indirecta a la esporulación por medio de su fisiología. Se ha comprobado experimentalmente que la esporulación ocurre una vez que se ha alcanzado cierto nivel de biomasa del hongo en las raíces. A partir de entonces, continúa de forma desincronizada junto con el desarrollo de la micorriza. Cultivos en macetas indican que la esporulación cesa junto con el crecimiento radicular en especies de las familias Glomeraceae y Acaulosporaceae, pero puede continuar a bajos niveles en especies de la familia Gigasporaceae. Finalmente, todas las esporas de los hongos endomicorrizicos son infectivas cuando han formado uno o más tubos germinativos.

2.5.4 Reciclaje de nutrientes

Las micorrizas también son ávidas colonizadoras de la materia orgánica contribuyendo a su mineralización y por ende el reciclaje de nutrientes. Más aún, aceleran el ciclaje de los elementos esenciales y minimizan las pérdidas del ecosistema que se producen por lavado, gracias a mecanismos de absorción más eficientes descritos con anterioridad. Esto incrementa la producción primaria y por ende el crecimiento. No deja de ser importante el papel de las micorrizas en la distribución de recursos hasta la biota heterotrófica, a modo de un conducto controlado que une el flujo de carbono y el ciclo de nutrientes en una pequeña escala de tiempo.

Las interacciones bióticas con estos simbiosomas del suelo, tanto positivas como negativas, ejercen una influencia preponderante sobre la dinámica del ecosistema. Así, por ejemplo, los consumidores macroinvertebrados tienen un efecto positivo neto sobre los hongos MVA e indirectamente afectan la producción primaria, como vectores de sus esporas (Lugo, 1998).

2.5.5 Glomalina

Es producida por los hongos micorrízicos arbusculares, que crecen en las raíces de las plantas, este agente es exudado por las hifas (filamentos de estos hongos) y es depositado en las partículas del suelo. El proceso principalmente construye y estabiliza los agregados del suelo.

La agregación del suelo es un proceso complejo que depende principalmente de la actividad "cementante" de los microorganismos del suelo para mantener juntas las partículas del suelo. Las sustancias cementantes son compuestos que contienen carbono y que protegen a los microorganismos del secado de los agregados.

La cantidad de glomalina en el suelo se puede manipular por las diferentes prácticas de cultivo, se han realizado estudios en suelos cultivados con maíz, donde las concentraciones de glomalina y la estabilidad de los agregados estuvieron correlacionados después de tres años de la conversión de labranza convencional a no labranza. La glomalina debido a su propiedad recalcitrante, puede permanecer en el suelo por muchos años (7-42 años). De esta manera, contribuye importantemente en el contenido de carbono y nitrógeno en el suelo, participa en el incremento de almacenamiento de carbono, sin riesgo del efecto en el cambio climático global (INVAM, 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

Esta investigación se realizó en la Estación Experimental Boliche del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Departamento Nacional de Protección Vegetal sección de nematología, ubicado en la parroquia Virgen de Fatima, cantón Yaguachi, provincia del Guayas, latitud sur de $2^{\circ} 15' 15''$ y longitud occidental de $73^{\circ} 28' 40'$ a 17 msnm, temperatura media anual de 26°C y 83% de humedad relativa media anual.

3.2. Muestreos de raíces y suelo micorrizado en plantaciones de maíz en las provincias

De manera independiente en las provincias de Manabí, Guayas y los Ríos se muestrearon 10 plantaciones de maíz y en cada plantación se extrajeron 5 plantas de maíz en forma aleatoria.

Para cada planta solo se colectaron el sistema radical y 2 kg de suelo de la rizosfera. Cada muestra fue depositada en saquillos con su respectiva identificación e información. En el laboratorio el suelo fue tamizado en un tamiz de 2 mm. El producto del tamizado fue conservado a temperatura ambiente y en condiciones de baja luminosidad. Las raíces fueron sometidas a un proceso de limpieza manual para eliminar el suelo adherido. Después de la limpieza, se procedió a separar las raicillas del eje primario de la raíz. Las raicillas se conservaron a 4°C en refrigeración.

3.2.1 Provincia de Manabí

Los lugares muestreados fueron:

INIAP Portoviejo (I. P.) Lote Teodomira: 2 muestras

Recinto Cade Cólón (C.) vía Sta. Ana: 3 muestras

El Grande (R.G.) - vía Charapotó- Higuerón finca s/n: 3 muestras

El Rocafuerte (V.R.) - Chone: una muestra (Fig.10).

3.2.2 Provincia del Guayas

Los lugares muestreados fueron:

Finca Cintia (C.) (represa el Azúcar): 5 muestras

Finca Segalcorp (S.) (represa el Azúcar): 5 muestras (Fig. 11)

3.2.3 Provincia de Los Ríos

Los lugares muestreados fueron:

Finca Dos Hermanos (D.H.) recinto Las Mechas- Vinces- Mocache: 4 muestras.

Recinto La Mecha (L. M.) finca s/n: 2 muestras.

Finca Laura (L.) recinto Estero Lagarto: 2 muestras.

Finca Julia Loor: 2 muestras (Fig. 12).

3.3. Preparación del sustrato para siembra del maíz

El suelo que se utilizó como sustrato fue tamizado con una zaranda de 2 mm de espesor, luego fue solarizado durante 2 semanas, y finalmente esterilizado en autoclave a 121°C y 20 lb de presión durante treinta minutos; se colocaron 9 kilos de sustrato para los diferentes tratamientos.

En el cultivo de maíz es importante preservar el equilibrio N-P-K en el suelo, transcurridas dos semanas las plantas mostraron síntomas de deficiencia de N por lo que se procedió a corregir este problema aplicando una sola dosis de un fertilizante foliar (Stimufol 5g/l agua) con la ayuda de un atomizador manual.

3.4. Multiplicación y mantenimiento de esporas vesículo arbusculares en plantas de maíz

Se estableció los cultivos trampa para poder multiplicar las esporas de cada localidad, la metodología es igual para las tres provincias: Manabí, Guayas y Los Ríos, se sembraron en macetas de 3 kg con suelo esterilizado, se inocularon 100 g de suelo micorrizado, que fue colocado en un orificio alrededor de la raíz de la plántula, previo a la inoculación, se regó con agua corriente hasta capacidad de campo.

Se esperó 50 días hasta la floración a fin de seguir manteniendo las esporas ya que estas dependían del desarrollo de las raíces y de las plantas para poder realizar la simbiosis. Luego se contaron las esporas de cada provincia con el fin de saber la población de esporas, para poder inocular en la fase final del experimento, se escogieron las poblaciones más altas (Cuadro 1).

3.5. Tratamientos para el ensayo de concentración de esporas de micorrizas arbusculares de los géneros *Glomus* y *Gigaspora*

Concluida las fases de multiplicación de las esporas obtenidas en las provincias muestreadas, se procedió a establecer los siguientes tratamientos:

#	g de suelo micorrizado
T1	50
T2	100
T3	150
T4 (Testigo)	0

Según el conteo de esporas realizadas por cada provincia se escogieron las poblaciones de esporas más altas para realizar los respectivos tratamientos: Manabí con 95 esporas/100 g de suelo de Río Grande, Guayas con de 394 esporas/100 g de suelo de la finca Segalcorp y Los Ríos con 189 esporas/100g de la finca Dos Hermanos (Fig. 13).

3.6. Inoculación en las plantas de maíz con esporas de micorrizas arbusculares de los géneros *Glomus* y *Gigaspora*

Se colocaron 48 fundas, 16 para cada provincia con 9 kg de suelo esterilizado, se regó con agua corriente hasta capacidad de campo, se sembró una semilla de maíz en cada funda, después de 3 días que se desarrolló la raíz, se inoculó con 50 g, 100 g y 150 g de suelo micorrizado de cada localidad, haciendo un orificio alrededor de la raíz de la plántula (Fig.15).

Se regó con agua corriente cada dos días y se evaluó a los 49 días hasta la floración, las siguientes variables: a) Altura de planta, b) Número de hojas, c) Peso fresco, d) Peso seco, e) Área foliar. e) Número de esporas.

3.6.1 Altura de planta a la floración

Se midió la altura de planta en cm desde la base del suelo hasta la intersección de las 2 últimas hojas, a los 15 y 49 días (Cuadro 5).

3.6.2 Número de hojas presentes al momento de la floración

A los 15 y 49 días se contó el número de hojas por cada tratamiento.

3.6.3 Superficie foliar

Se calculó la superficie foliar de cada hoja por la fórmula $(L \times a) \times 0.78$ (factor de corrección), donde, L= largo a= ancho de la hoja, y se midió en cm^2 (Cuadro 8).

3.6.4 Peso Fresco

El peso fresco se obtuvo del follaje y de las raíces de las plantas inoculadas, limpiando la tierra de las raíces y se pesó en la balanza (T20K20Kgx100g) (Cuadro 6).

3.6.5 Peso seco

El peso seco de las plantas se obtuvo del follaje y las raíces previamente lavadas con agua corriente, se las dejó secar durante un día a temperatura ambiente, luego se las colocó en fundas de papel, previamente cortadas para mantenerlas 2 días en la estufa (Thelco 605 Freas) de precisión a 27°C, luego se pesó en la balanza (T20K20Kgx100g) (Cuadro 7).

3.7. Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar en virtud de que el material experimental fue uniforme y no se detectaron fuentes de variación. Se establecieron 4 tratamientos con 4 repeticiones.

3.8. Análisis de Varianza

En las variables altura, peso fresco, peso seco, área foliar y número de hojas se utilizaron los datos originales, en la variable esporas se transformaron por medio de las funciones logaritmo base 10 (Cuadro 1) previo al ANDEVA, luego se hizo las comparaciones de medias de los tratamientos por Duncan en cada una de las localidades al 0.05 de probabilidad, todos se analizaron en el programa M-STAT-CFG de Rusell D. Freid, Universidad de Michigan 1998 (Anexo 1).

3.11. Laboratorio

Las raíces se tiñeron con el objetivo de colorear las estructuras de los Hongos MVA, de acuerdo al método propuesto por Phillips y Hayman (1970). Así mismo se hizo un conteo de esporas en el suelo para establecer si hubo un crecimiento poblacional de los hongos bajo los tratamientos establecidos.

3.11.1 Tinción de la raíces

Se removió con agua corriente el suelo adherido a las raíces, colocándolas posteriormente, en vasos de precipitación cubiertos con KOH al 10%, permaneciendo dentro de esta solución en la autoclave por 10 minutos, al cabo de los cuales se procedió a decantar el contenido del vaso y lavar las raíces con agua corriente. Luego se agregó HCl al 10% hasta cubrir las y de nuevo se procedió a dejarlas a temperatura ambiente por otros 10 minutos, hasta que tomaron un color blanquecino. Se decantó el ácido y se lavó con agua corriente, se tiñeron con azul de anilina o azul de tripano (0,05% en ácido láctico), para permanecer por espacio de 10 minutos en la autoclave (Fig.16).

Finalizada esta última fase se decantó el azul de tripano, se recuperó para su reutilización y se conservaron las raíces en glicerina. Se preparó un portaobjeto, colocándole dos o tres gotas de glicerina y con un bisturí se cortaron segmentos, se colocó el cubreobjeto para sellar el montaje y observar al microscopio con 400 aumentos la presencia de estructuras del hongo como micelio externo, micelio interno, esporas, vesículas y/o arbusculos.

3.11.2 Extracción y cuantificación de las esporas del suelo

Se empleó el método cuantitativo de centrifugación con sacarosa modificado (Gonzalez, citado por Rodríguez 1993). Tiene como objetivo la mejor separación de las esporas del suelo y del material orgánico, se tomó 100 g de suelo seco por muestra, previamente tamizado por la malla de 2 mm y homogenizado. Se colocó en un vaso de precipitados de 1000 ml y se le agregó agua corriente, dejándolo reposar durante 20 minutos, después se tamizó el contenido por las mallas de 150 y 38 micras colocadas en ese orden sobre un embudo y un soporte, lavando con una ducha a chorro de agua corriente.

Luego se licuó el filtrado de 150 micras por 30" a baja velocidad, el filtrado de 38 micras por 1' a velocidad alta y se volvió a filtrar por su respectivo tamiz. Se colocó cada muestra en papel filtro MN 615 Ø 125 mm en embudos pequeños obteniéndose 6 submuestras por cada tratamiento y se dejó secar al ambiente por 3 días, una vez que se secaron se pesó cada submuestra y se tomó una alícuota del 10% para el tamiz de 150 micras, y del 5% para el tamiz de 38 micras.

Luego se agregó 20 ml. de una solución azucarada 2M, se centrifugó a 2500 rpm durante 10 minutos. Las esporas se ubicaron entre el suelo y el sobrenadante a modo de disco, se vació sobre el tamiz pequeño de 38 micras para lavarlo con agua corriente con el objeto de eliminar residuos azucarados. Finalmente, se procedió al conteo de las esporas sobre una caja transparente cuadrículada empleando agua corriente, se utilizó un estereomicroscopio de 40 aumentos y un contador manual.

4. RESULTADOS

4.1. Identificación de micorrizas vesículo arbusculares en maíz en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos

Los análisis a nivel de laboratorio determinaron la presencia de dos géneros *Glomus* sp y *Gigaspora* sp. La identificación de las especies de micorrizas vesículo arbusculares asociadas al cultivo de maíz se realizaron por medio de las estructuras formadas en las plantas hospederas, que se describen a continuación.

4.1.1 Morfología del género *Glomus*

4.1.2 Hifas

Por medio de la observación de secciones de raíces teñidas con azul de tripano se identificaron hifas intrarradicales donde se observa la expansión del micelio dentro de la raíz, se extienden paralelas al eje de la raíz, las hifas están unidas a las vesículas y se tiñeron fuertemente (Fig. 1).

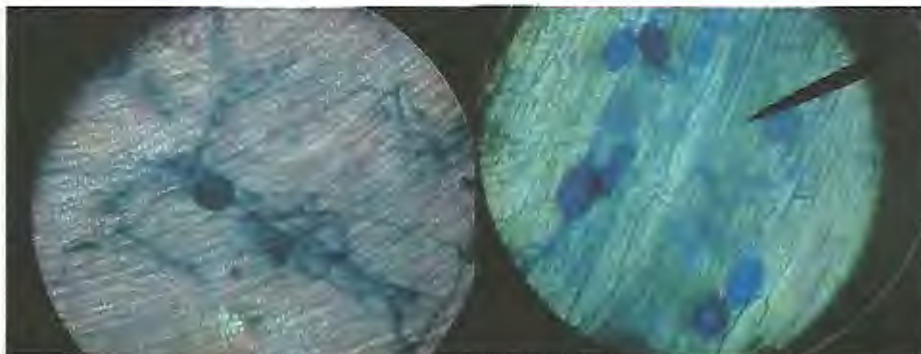


Fig. 1. Raíces teñidas con azul de tripano, micelio y vesícula, 40X

El micelio externo se observó en la parte exterior de la raíz, y junto con los pelos radicales contribuye a la estabilización de agregados al mantener físicamente unidas las partículas del suelo.

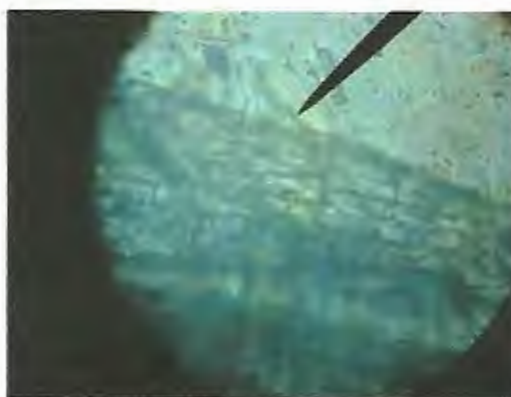


Fig. 2. Raíz con micelio externo y pelos radicales, teñidas con azul de anilina con 40X

4.1.3 Arbúsculos

Están en forma de arbolillos, inflados los troncos, se forman como rollitos, a partir de ramales de las hifas intrarradicales son más abundantes a los 40 días de edad (Fig 3).

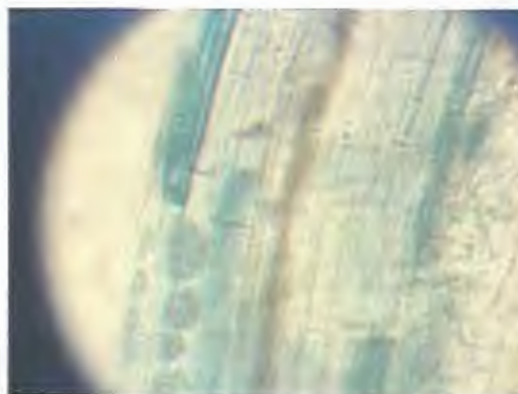


Fig. 3. Raíz con arbúsculos llenando las células corticales, 40X

4.1.4 Células auxiliares

Las células auxiliares al igual que las vesículas almacenan lípidos y proveen de una fuente de macromoléculas de carbono, emergen de una hifa extrarradical, se forman durante la colonización temprana, y son menos frecuentes durante la esporulación (Fig. 4).

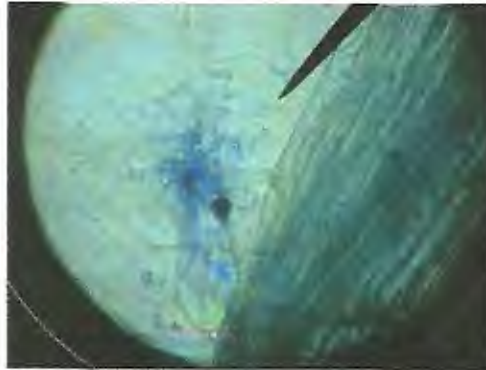


Fig. 4. Células auxiliares, 40X

4.1.5 Esporas

Son esporas asexuales, poseen pared mucilaginosa con dos capas, hifa de sostén recurveada, las esporas germinan a través del lumen de la hifa, pero en algunas el tubo de germinación puede emerger directamente de la pared de la espora (Fig.5).



Fig. 5. Espora del género *Glomus* sp con su hifa de forma recurveada, 40X

El género *Glomus* presenta una hifa sustentora recta, recurveada, o en forma de embudo, aunque Ferrera-Cerrato (1989) menciona también la hifa sustentora múltiple (Fig. 6).



**Fig. 6. Esporas del género *Glomus*
con presencia de la hifa sustentora en forma de embudo, 20X**

En esta investigación la característica morfológica de la pared en las esporas fue un soporte para la identificación de este género, ya que según INVAM, (2003) las dos láminas presentes en la pared es el criterio morfológico mas importante para identificar a *Glomus* (Fig.7).



Fig. 7. Espora del género *Glomus* con capa mucilaginosa, con dos láminas en la pared.

Arbúsculos, estas estructuras de forma parecida a un árbol se formaron a partir las hifas intraradicales una vez que las mismas han penetrado a través de la pared la célula cortical y la membrana plasmática, se presentaron en forma abundante en esta investigación (Fig. 11).



Fig. 11. Arbúsculos que se inflan como rollo dentro de la célula, invaden las células corticales, 40X

4.1.7 Efecto de dosis de micorrizas sobre el crecimiento de plantas de maíz

Esta variable experimentó un incremento de 29.9 esporas/100g de suelo en Guayas; 8.29 esporas/100g de suelo en Manabí; 14.5 esporas/100g de suelo en Los Ríos y comparando con el trabajo de Farfán (2003) quien reporta promedios de 14.5 esporas/100g de suelo en maíz, esto quiere decir que hubo una buena adaptación, infección y multiplicación en los cultivos trampa de las especies endémicas de la provincia del Guayas (Fig. 14).

En el Cuadro 1, se observa el número promedio de esporas del género *Glomus* y *Gigaspora*, así como los tratamientos con las respectivas concentraciones de esporas procedentes de: Guayas, Manabí y Los Ríos. En Guayas, las concentraciones del testigo fueron 3972 esporas de *Glomus*, en el tamiz de 38 micras y 134 esporas de *Gigaspora* en el tamiz de 150 micras. En Manabí, las concentraciones de 150g/suelo, tuvieron un promedio de 1189 esporas de *Glomus*, en el tamiz de 38 micras y 37 esporas de *Gigaspora* en el tamiz de 150 micras.

En Los Ríos, las concentraciones tuvieron un promedio de 2197 esporas de *Glomus*, en el tamiz de 38 micras y 57 esporas de *Gigaspora* en el tamiz de 150 micras.

Cuadro 1. Número de esporas de *Glomus* y *Gigaspora*, después de 50 días de aplicación en invernadero. 2004

Provincia	Tratamientos	Concentraciones	Promedio de	Promedio de
		g suelo con esporas	esporas en tamiz de 38 micras	esporas en tamiz de 150 micras
Guayas	1	50 ^{1/}	3705	77
	2	100	3044	134
	3	150	1271	85
	4	0	3972	88
	Total		11992	384
	Promedio		2998	96
Manabí	1	50 ^{2/}	965	24
	2	100	481	23
	3	150	1189	37
	4	0	680	25
	Total		3315	109
	Promedio		829	27
Los Rios	1	50 ^{3/}	800	39
	2	100	1102	32
	3	150	2197	57
	4	0	1714	32
	Total		5813	160
	Promedio		1453	40

1/ Con 87 esporas por 100 g de suelo

2/ con 196 esporas por 100 g de suelo

3/ con 382 esporas por 100 g de suelo

Concluyendo el trabajo de laboratorio se encontró que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos de esporas (38 micras) analizados en Guayas, Manabí y los Ríos (Cuadro 2). Sin embargo fue notorio que en el tratamiento 4 (testigo) de Guayas, las concentraciones de esporas se incrementaron por la presencia del género *Glomus* sp según el análisis de medias (Duncan < 0,05), quien fue el que mejor se adaptó, lo que no ocurrió en el resto de provincias. La producción de esporas se inicia una vez que el hongo ha alcanzó cierta biomasa dentro de las raíces del maíz. Es probable que la diferencia en el número de esporas se derive, en consecuencia, de la compatibilidad hongo-planta, lo que se traduce en una mayor eficiencia de este género con su competidor *Gigaspora* sp.

Otro factor importante que influyó en esta investigación fue que la materia orgánica se encontró en nivel muy bajo (2.7%), lo que explicaría el efecto positivo sobre la producción de esporas (Anexo 7).

En las provincias de Manabí y Los Ríos no hubo diferencia entre los tratamientos lo que se refleja en el Análisis de Varianza y la Comparación de medias por Duncan (<0.05) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de Medias de esporas (38 micras)

Tratamientos		Medias		
		Guayas	Manabí	Los Ríos
1		2.945 a	2.261	2.279
2		2.782 a b	2.041	2.085
3		2.434 b	2.463	2.398
4		2.990 a	2.161	2.455
FV	GL	CM	CM	CM
Tratamientos	3	0.254*	0.128 ns	0.107 ns
Error	12	0.059	0.078	0.306
Total	15			

Letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba del Rango Múltiple de Duncan <0.05.

ns=no significativo

En el análisis de medias (Duncan <0.05) con las esporas de 150 micras no se detectó diferencias significativas entre los tratamientos de las tres provincias (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de Medias de esporas (150 micras)

Tratamientos		Medias		
		Guayas	Manabí	Los Ríos
1		1.193	0.7584	0.8355
2		1.371	0.7196	0.6954
3		1.271	0.8818	1.068
4		1.281	0.7559	0.8860
FV	GL	CM	CM	CM
Tratamientos	3	0.025 ns	0.020 ns	0.095 ns
Error	12	0.114	0.055	0.152
Total	15			

ns= no significativo

4.2. Diámetro de esporas

Las esporas fueron medidas en un estereo microscopio Nikon del Instituto Nacional de Pesca, los rangos estuvieron desde 28 a 168 micras para el género *Glomus* sp y de 56 a 224 micras el género *Gigaspora* sp, en el cuadro 4 se observa que el mayor porcentaje (40%) de esporas fue para el género *Glomus* sp con un tamaño de 168 micras en la provincia del Guayas.

En Manabí se observa que el 35% de esporas del género *Glomus* sp estuvieron en los rangos de 112-168 micras.

En Los Ríos el 40% de esporas con un diámetro de 112 micras del género *Glomus* sp fue el más representativo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Diámetro de esporas en micras

Provincia	%	<i>Glomus</i> (micras)	<i>Gigaspora</i> (micras)	%
Guayas	20	28	56 micras	20
	20	107	112	30
	20	112	168	20
	40	168	214-224	30
Manabi	15	28	56	25
	15	107	112	20
	35	112	168	35
	35	168	214-224	20
Los Rios	15	28	56	25
	15	107	112	20
	40	112	168	35
	30	168	214-224	20

4.3. Altura de planta

Concluida la etapa de este ensayo no se encontró diferencias significativas por efectos de los hongos endomicorrízicos en la altura de planta, según el análisis de medias por Duncan (<0.05) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de Medias de altura de planta

Tratamientos		Medias		
		Guayas	Manabí	Los Ríos
1		117.8	109.8	120.0
2		109.8	104.8	127.3
3		112.3	111.0	108.3
4		115.0	119.0	82.0
FV	GL	CM	CM	CM
Tratamientos	3	47.729 ns	139.47 ns	1577.417 ns
Error	12	40.854	209.625	895.625
Total	15			

ns= no significativo

4.4. Peso fresco

De acuerdo al análisis de Medias por Duncan (<0.05), esta variable tuvo diferencias significativas en Guayas y Manabí. El testigo en ambas provincias presentó mayor concentración de esporas a pesar de no haberlos incorporado, esto mismo menciona Soria, (2000) en uno de sus trabajos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de Medias de peso fresco

Tratamientos		Medias		
		Guayas	Manabí	Los Ríos
1		1000 a b	950 a b	900
2		800 a	875 b	925
3		950 a b	900 a b	850
4		1050 a	1025 a	950
FV	GV	CM	CM	CM
Tratamientos	3	6666.667*	17500.0 *	7291.667 ns
Error	12	16666.667	7083.333	7291.667
Total	15			

Letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba del Rango Múltiple de Duncan <0.05 .

ns= no significativo

4.5. Peso seco

Las endomicorrizas tuvieron un efecto significativo sobre el peso seco del testigo en el Guayas, debido al efecto promotor de la simbiosis micorrizica bajo las condiciones de este ensayo debido a la mayor superficie que proporciona el micelio tal como lo menciona Fogar (s/f) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de Medias en peso seco

Tratamientos		Medias		
		Guayas	Manabí	Los Ríos
1		131,5 b	273,6 b	195,5 b
2		104,9 b	875 a	178,1 b
3		950 a	900 a	850 a
4		1050 a	1025 a	950 a
FV	GL	CM	CM	CM
Tratamientos	3	1043898,255*	452470,293*	685146,07*
Error	12	5991,894	33747,055	7420,378
Total	15			

Letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba del Rango

Múltiple de Duncan < 0,05

ns=no significativo

4.6. Area Foliar

Esta variable según Duncan no tuvo diferencias entre tratamientos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de Medias en área foliar

Tratamientos		Medias		
		Guayas	Manabí	Los Ríos
1		2560	7307	2588
2		2190	7274	2590
3		3006	6794	2817
4		2995	5627	2670
FV	GL	CM	CM	CM
Tratamientos	3	613108.492 ns	2463866.671 ns	44950.396 ns
Error	12	305630.581	4229888.037	165384.063
Total	15			

ns= no significativo

4.7. Número de hojas

No se encontró diferencias entre los tratamientos a lo largo del ensayo, el número de hojas producidas por cada grupo fue constante, por lo que se concluye que las micorrizas no tuvieron efecto sobre el número de hojas, tal como lo menciona Fogar (s/f). En Guayas el número de hojas fue de 337, en Manabí fue de 314 hojas y en Los Ríos se contaron 330 hojas.

4.8. Análisis químico del sustrato

De acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos de INIAP-Bolicho, el análisis químico del sustrato mostró que el P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn estaban en niveles óptimos, excepto el N y el Zn que se encontraban en concentraciones por debajo del nivel deseable, además la materia orgánica se encontró en un 2.7% lo que favoreció la simbiosis, ya que según Lugo, (1998) la presencia de materia orgánica reduce notablemente la producción de

esporas. Lo que permitió evaluar el empleo de endomicorizas en el cultivo de maíz en condiciones de suelos bajos en nitrógeno, situación común en el litoral ecuatoriano. (Anexo 4).

4.9. Contaje de esporas de la provincia de Manabí

Se empleó el método cuantitativo de centrifugación con sacarosa modificado (Walker *et al.* 1982, Rivas-Platero 1997b), para obtener una mejor separación de las esporas del suelo y del material orgánico, se tomó 100 g de suelo seco por muestra, previamente tamizado por la malla de 2 mm y homogenizado. Se colocó en un vaso de precipitados de 1000 ml y se le agregó agua corriente, dejándolo reposar durante 20 minutos, después se tamizó el contenido por las mallas de 150 y 38 micras colocadas en ese orden sobre un embudo y un soporte, lavando con una ducha a chorro de agua corriente.

Luego se licuó el filtrado de 150 micras por 30" a baja velocidad, el filtrado de 38 micras por 1' a velocidad alta y se volvió a filtrar por su respectivo tamiz. Se colocó cada muestra en papel filtro MN 615 Ø 125 mm en embudos pequeños obteniéndose 6 submuestras por cada tratamiento y se dejó secar al ambiente por 3 días, una vez que se secaron se pesó cada submuestra y se tomó una alícuota del 10% para el tamiz de 150 micras, y del 5% para el tamiz de 38 micras; a continuación se agregó 20 ml. de una solución azucarada 2M, se centrifugó a 2500 rpm durante 10 minutos. Las esporas se ubican entre el suelo y el sobrenadante a modo de disco, se vació sobre el tamiz pequeño de 38 micras para lavarlo con agua corriente, con el objeto de eliminar residuos azucarados para evitar que las esporas se dañen. Finalmente, se procedió al conteo de las esporas sobre una caja petri transparente cuadrículada empleando agua corriente, se utilizó un estereomicroscopio de 40 aumentos y un contador manual.

4.10. Concentración de esporas de origen natural provenientes de la provincia de Manabí

Las esporas de la zona de Río Grande fueron las que se multiplicaron en mayor concentración (95 esporas/100 g de suelo), mientras que la cepa de la Finca Cintia (C.) fue la que presentó baja concentración (Fig.10).



Fig. 12 Resultado de la esporulación en la provincia de Manabí

4.11. Concentración de esporas de origen natural provenientes de la provincia del Guayas

Las esporas de la finca Segalcorp (S.) en la represa El Azúcar, fueron las que se multiplicaron en mayor concentración 394 esporas/100 g de suelo, mientras que una cepa de la finca Cintia (C) fue la que presentó baja concentración. (Fig. 11).



Fig. 13 Resultado de la esporulación en la provincia del Guayas

5. DISCUSIÓN

Se verificó la presencia de hifas, micelio interno, externo, arbusculos, células auxiliares, esporas y vesículas en las raicillas teñidas, todas estas estructuras son componentes comunes de las endomicorizas y por lo tanto estos hongos colonizaron las plantas de maíz, existiendo la simbiosis entre ellos. La identificación del género *Glomus* se basó en las características morfológicas de la pared, y en la forma de la hifa que sostiene a la esporas, se encontró esporas con hifas en forma de embudo y recurvadas, la pared celular presentó dos láminas, una capa externa mucilaginoso y otra interna que se observó al tomarse la fotografía con el microscopio invertido, fue mayor el porcentaje de esta especie, tal como lo menciona Gonzales, (1993), ya que hasta la fecha se han identificado 73 especies. Los colores de las esporas fueron turquesas, amarillo claro hasta amarillo oscuro, y esto se debe a los pigmentos presentes en la pared celular.

Las esporas de *Gigaspora* tenían una pared coriácea, gruesa, robusta constiuida por un solo grupo de capas, que no se separaban al romperse, estas esporas siempre se presentaron de color café oscuro en menor cantidad, parece que esta es una característica de este género, según Gonzales, (1996) que reporta siete especies, la hifa sustentora bulbosa que puede ser vertical o lateral, se las encontró muy escasas. Los colores de las esporas variaron desde amarillo oscuro a café oscuro. Se obtuvieron mayor cantidad de esporas saludables del género *Glomus* y esto facilitaría establecer cultivos monospóricos, lo mismo no sucede con el género *Gigaspora* quien es parasitado por otros hongos no deseables y esto explica su menor cantidad. Según Gonzales, (1993), la acción de otros microorganismos sobre las esporas provoca una acción digestiva y rasgos adicionales por acumulación de colonias bacterianas, lo que provoca el colapso de las mismas.

La materia orgánica se presentó con índices bajos (24 ppm) lo que significa que son suelos pobres y por lo tanto favoreció la presencia de las micorrizas en el ensayo de cultivo de maíz (Lugo, 1998).

El peso fresco del testigo fue de 4200 g en la provincia del Guayas, 4100 g en Manabí y 3800 g en la Provincia de Los Ríos haciendo evidente el efecto favorable de las endomicorizas, esto podría explicarse por el aporte del suelo de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mb.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. Las especies de micorrizas que se identificaron en suelo de campo de maíz obtenidas en las provincias de Guayas, Manabí y Los Ríos fueron *Glomus* y *Gigaspora*, en frecuencias de 56.8, 15.7 y 27.4 % respectivamente.
2. La cepa del género *Glomus* proveniente de la provincia del Guayas tuvo un efecto significativo sobre el peso seco de la planta de maíz.
3. El análisis químico del sustrato donde se efectuó el experimento mostró niveles de nitrógeno de 2.7%, esta baja disponibilidad favoreció la presencia de la población de esporas.
4. Los resultados obtenidos presentaron poca diferenciación entre los tratamientos, excepto en el peso fresco del testigo donde sí hubo diferencias significativas.
5. La concentración de esporas de origen natural provenientes de la provincia del Guayas fueron las que se multiplicaron en mayor concentración, 394 esporas/100 g de suelo.

Recomendaciones

1. Proseguir con la identificación de otras especies para poder establecer una colección propia de la costa y por provincias ya que esto serviría como un registro invaluable para aquellos científicos no familiarizados con la taxonomía de estos hongos.
2. Aplicar las micorrizas en los suelos o en las semillas, para integrar al sistema radicular de los cultivos.
3. Usar el reactivo de Melzer's para, observar las reacciones químicas en la pared de las esporas, y lograr una mejor identificación.

4. Completar la descripción morfológica de las esporas con sus propiedades bioquímicas (perfil de ácidos grasos) y moleculares (especificidad de la reacción en cadena de la polimerasa y secuenciación). Esta diversidad de herramientas permitirá una identificación más precisa de las especies.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BAREA, J. M. 1996. Las micorrizas arbusculares, componentes clave en la productividad y estabilidad de agroecosistemas. España.
- CAÑADAS, L. 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Banco Central del Ecuador. pp. 27-28.
- CASTILLO, R. (s/f) Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar. CINCAE. Ecuador. 7 p.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE MAÍZ Y SORGO. 1997. Congreso de la Sociedad Brasileira de Fisiología Vegetal.
- CHRISTENSEN, C. 1961. Los Hongos y el Hombre. Introducción al Estudio de los Hongos. Editorial Interamericana, S.A. pp. 41-52.
- CONSTANTINE, J. 1966. Introducción a la Micología. Editorial Universitaria de Buenos Aires. pp. 5.
- COYNE, Mark. 1999. Microbiología de suelos; un enfoque exploratorio. Capítulo 29. 352-358p
- CORBERA G., J. ET Estudio de la biofertilización con *Bradyrhizobium japonicum* y micorriza arbuscular en el cultivo de la soya (*Glicina max L.*). Cuba.
- CRACOGNA, M.; Fogar, M.; Iglesias, M. y Rosso, J. 2002. Estudio exploratorio de la infección por micorrizas en caña de azúcar.
- ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA. 2001. Producción Agrícola 2. Terranova Editores, Ltda. Colombia. pp. 362-364.
- ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA. 2001. Agricultura ecológica1. Terranova Editores, Ltda. Colombia. pp. 197-217.

FERRERA, R. Y GONZÁLEZ, M. (s/f). La biotecnología micorrizica (sic) en la producción agrícola, frutícola y hortícola. México.

FERRERA-CERRATO, Ronald. 1 989. Ecología de la raíz. Mexico

FOGAR, Mariela N. (s/f) Potencial eficacia de la inoculación con endomicorizas del género *Glomus* en maíz (*Zea mays*). Argentina

FOGAR, Mariela N. (s/f). Inoculación de maíz con micorizas, impacto sobre la actividad de la flora del suelo. Argentina.

GONZALEZ-CHAVEZ, C. y FERRERA, R. (s/f). Los hongos endomicorrizicos en la producción de cultivos de interés ornamental. México.

GONZALEZ-CHAVEZ, C. 1996. Selección de sustratos de crecimiento en microplántulas de cítricos inoculadas con *Glomus sp.* Zac-19. México.

GONZALEZ-CHAVEZ Ma del Carmen. (En prensa). Los hongos micorrizicos en suelos contaminados con elementos potencialmente tóxicos: mecanismos de tolerancia, relevancia ecológica y su uso en biorremediación. México.

INVAM, 2003. Internacional Culture Collection of (Vesicular) arbuscular micorrhizal fungi
Disponible en <http://invam.caf.wvu.edu/fungi/taxonomy/Glomaceae/glomaceae.htm>

JAIZME-VEGA, M. Efecto de las micorizas y otros microorganismos en el desarrollo del sistema radical del banano. España.

LUGO, Larry, 1998. Efecto de endomicorizas sobre el crecimiento de musáceas y el biocontrol de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne.

PABLOS, Pablo 1 997. Relación de hongos micorrizógenos con algunas características del cultivo de la caña de azúcar.

PADRÓN, Elda. Comportamiento de las plántulas de semilla sexual de papa con diferentes cepas de *micorrizas arbusculares* (MA). Cuba.

PHILLIPS, J.M. y Hyman, D.S. 1970. Improve procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. Mycol. Soc. 55:158-160.

RODRIGUEZ, M. M., González, Ch., María, Ferrera C.R. 1993. Manual de Agromicrobiología México.

ROST, Thomas L., Barbour Michael G., Thorton Robert, Weier Elliot y Stocking Ralph. 1992. Botánica. Introducción a la Biología Vegetal. Editorial Limusa. México. 129 p.

RUIZ, Pedro O. 2002. Importancia de los microorganismos del suelo para los sistemas agroforestales. www.fao.org/ag/agl/agll/fla128/inia/inia-i4/inia-i4-04.htm.

SORIA, E. 2000. Micorrización de Plantas Micropropagadas de Caña de Azúcar (*Sacharum officinarum*). www.inia.cl/cobertura/quilamapu/at/espanol/v61n4/ART05.htm. Cuba.

SANCHEZ, C. María de Jesús. Efecto de las Micorrizas Arbusculares en el desarrollo de los cultivos agrícolas. Resumen del xv congreso SBM- Micología. www.sochol.org.mx/disco/resume/re529.htm.

SÁNCHEZ de Prager Marina. (Las endomicorrizas: Expresión bioedáfica de importancia en el trópico (Colombia)).

SCHUBLER A. Schwarzott, D. and Walker, C. 2001 Micología, vol. 93, p.181-195 www.lrz-muenchen.de

URRIBARRI, Luis, 1999. Opciones para el Manejo de *Radopholus similis* en banano mediante hongos endomicorrizicos y compost. Parte de la tesis de Mag. Sc. Del primer autor. CATIE, Costa Rica.

VARELA, L., y GONZALEZ, M. (s/f). Taxonomía de hongos formadores de Micorriza Arbuscular. Ecología de la Raíz. Sociedad Mexicana de Fitopatología (En prensa).

8. ANEXOS

Fig.15 Multiplicación y mantenimiento de esporas en plantas de maíz.



Fig. 16 Suelo micorrizado



Cuadro 9. Promedios y regresiones entre las variables del cultivo de maíz en invernadero de altura de planta, peso fresco, peso seco en suelos de las provincias de Guayas, Manabí y Los Ríos. 2004.

PROVINCIA	TRATAMIENTOS		ALTURA DE PLANTA (cm)	PESO FRESCO	PESO SECO	AREA FOLIAR
	g/ suelo con esporas					
GUAYAS	50 ^{1/}		117.8	1000	525.9	10238.13
	100		109.8	3200	419.7	8760.01
	150		112.3	3800	750.3	8968.75
	0		115	4200.0	537.9	11978.5
	TOTAL		454.9	12200	2233.8	39945.39
	PROMEDIO		113.73	3050.00	558.45	9986.34
Regresión			0.937	0.00834	0.03	0.0041
MANABI	50 ^{2/}		109.8	3800	386.2	29226.83
	100		104.8	3500	445.8	29094.67
	150		111	3600	597.5	27176.49
	0		119	4100	587.8	30496.68
	TOTAL		444.6	15000	2017.3	115994.67
	PROMEDIO		111.15	3750.00	504.32	28998.5
Regresión			1.06	-0.02	0.11	0.00
LOS RIOS	50 ^{3/}		120.0	3600	781.9	10351.97
	100		127.3	3700	712.2	10354.26
	150		108.3	3400	402.5	11266.54
	0		111.8	3800	497.4	10680.68
	TOTAL		467.4	14500	2394	42653.45
	PROMEDIO		116.85	3625	598.5	10663.63
Regresión			0.96	0.01714	-0.06109	0.01705

1/ Con 87 esporas por 100 g de suelo

2/ con 196 esporas por 100 g de suelo

3/ con 382 esporas por 100 g de suelo

Cuadro 10. Preparación de Azul de Tripano en la lactoglicerol (0.05%):

Azul tripano	500 mg
Lactoglicerol	1000 ml
Lactoglicerol:	
Acido Lactico	500 ml
Glicerol	500 ml
Agua Destilada	500 ml

Cuadro 11. Método empleado para la extracción de esporas

Método	Ventajas	Desventajas
Tamizado y Decantacion (Gerdermann y Nicolson, 1963)	Buen porcentaje de extracción de esporas; métodi facil	No exite una buena separación de esporas del material orgánico
Centrifugacion (Jenkins, 1964)	Buena separación de esporas del suelo y del materail organico, separación de esporas muertas de las vivas.	El decantado agua y material organico puede contener muchas esporas que se pierden. La solución de sacarosa puede dañar a las esporas sino se elimina rápidamente.

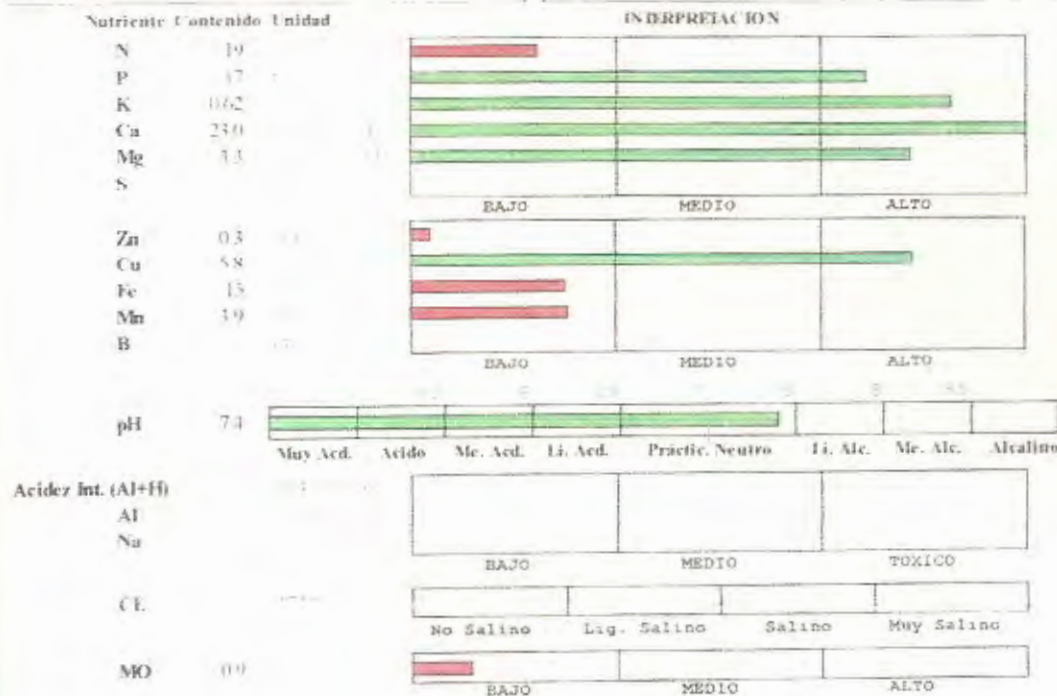
ANEXO 1. Análisis de suelo provincia Guayas-Finca Segalcorp



ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 VIA DURAN TAMBO
 Guayaquil- Ecuador Teléfono 2717261-62 Fax 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : SR. ESPINOZA Dirección: Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : FCA. SEGALCORP Provincia : GUAYAS Cantón : STA. ELENA Parroquia : EL AZUCAR Ubicación :
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : MAIZ Y CEBOLLA Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación MUESTRA - I	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : N° Muestra Lab. : 7192 Fecha de Muestreo: 09/12/2003 Fecha de Ingreso : 02/06/2004 Fecha de Salida : 11/06/2004



Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)÷	ppm	C (%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	C	Arena	Limo	Arcilla	
7.0	5.3	42.4	26.9						

[Signature]
 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

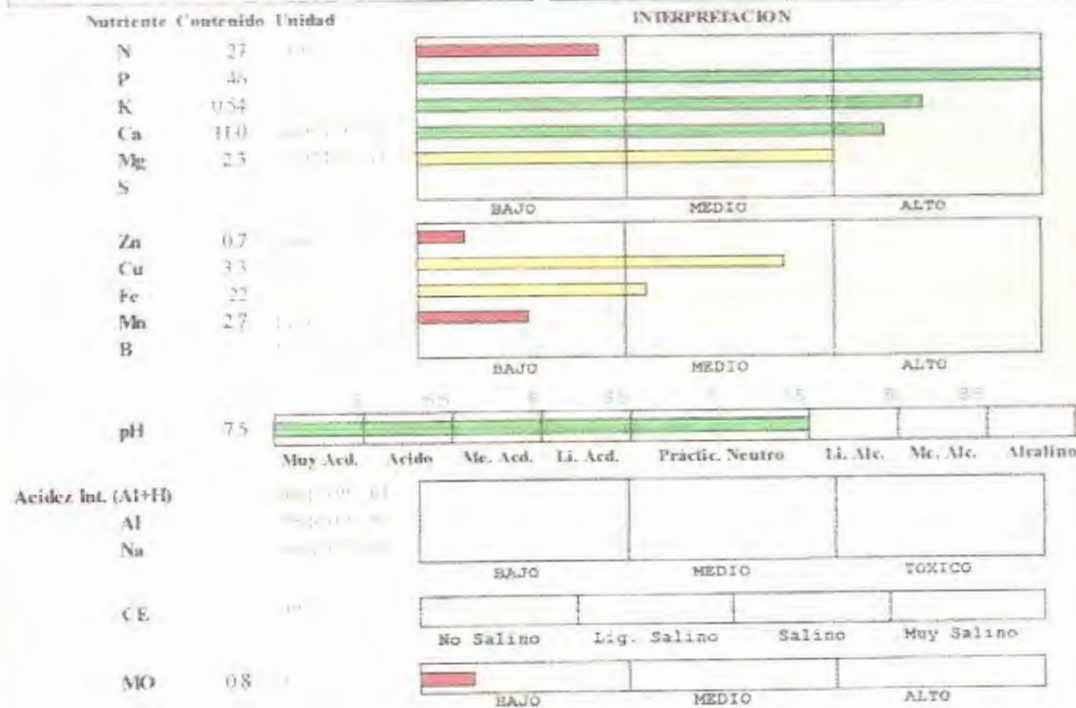
ANEXO 2. Análisis de suelo provincia Guayas-Finca Cintia



ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 VIA DURAN TAMBO
 Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : SR. ESPINOZA Dirección : Ciudad : Telefono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : FCA. CINTIA Provincia : GUAYAS Cantón : STA. ELENA Parroquia : EL AZUCAR Ubicación :</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : MAÍZ Y CEBOLLA Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA - 2</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : N° Muestra Lab. : 7193 Fecha de Muestreo : 09/12/2003 Fecha de Ingreso : 02/06/2004 Fecha de Salida : 11/06/2004</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)/%	ppm	Classificación			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4.8	4.3	24.6	13.8						

Alonso de Espinoza
RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

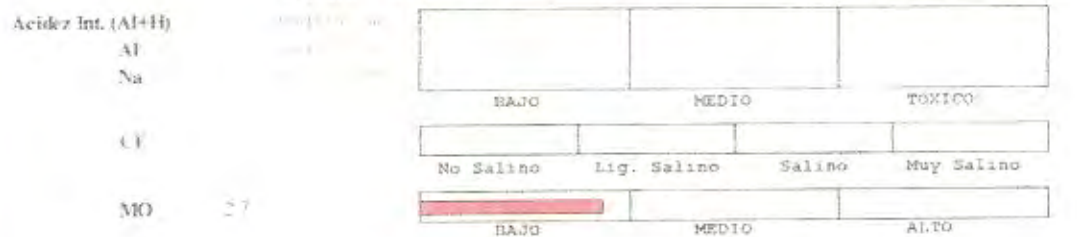
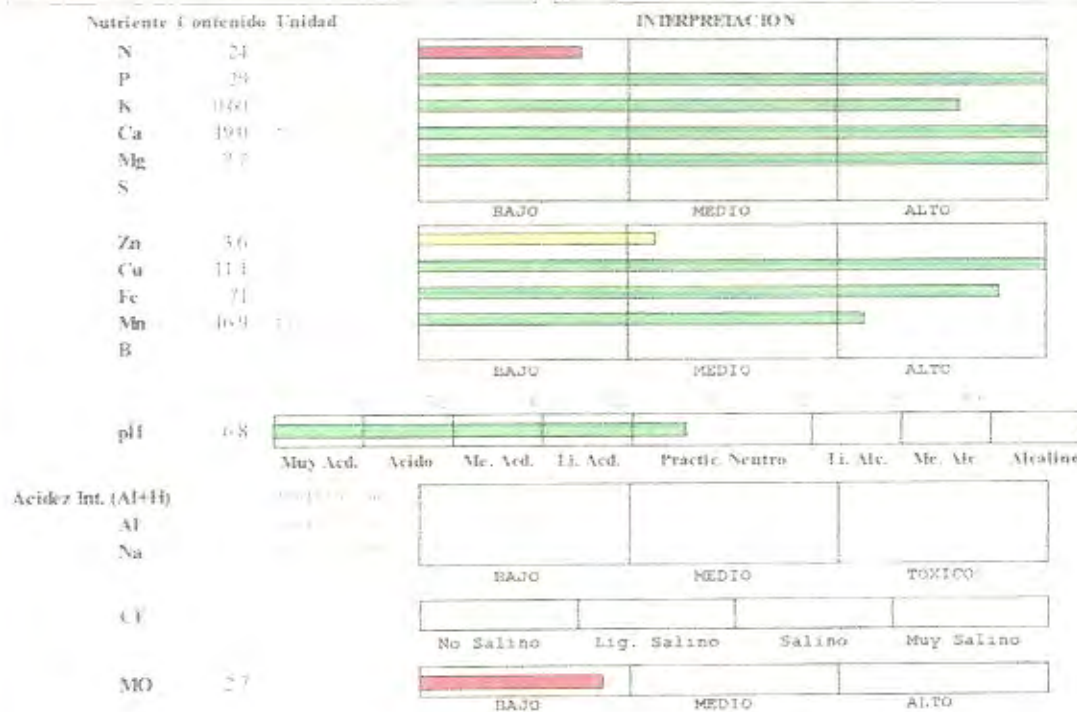
ANEXO 3. Análisis de suelo de Estación Experimental Boliche

	ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
	LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
	Km. 26 VIA DURAN TAMBO
	Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : E.E. BOLICHE Dirección: KM. 26 VIA DURAN - TAMBO Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : E.E. BOLICHE Provincia : VIRGEN DE FÁTIMA Cantón : YAGUACHI Parroquia : V. DE FATIMA Ubicación :</p>
--	--


<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : PIMIENTO Y MAIZ Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : A1-5</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : N° Muestra Lab. : 7194 Fecha de Muestreo : 01/03/2004 Fecha de Ingreso : 02/06/2004 Fecha de Salida : 11/06/2004</p>
---	---



Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2.5	12.8	44.5	27.3						

 RESPONSABLE DEPARTAMENTO	RESPONSABLE LABORATORIO
-------------------------------------	--------------------------------

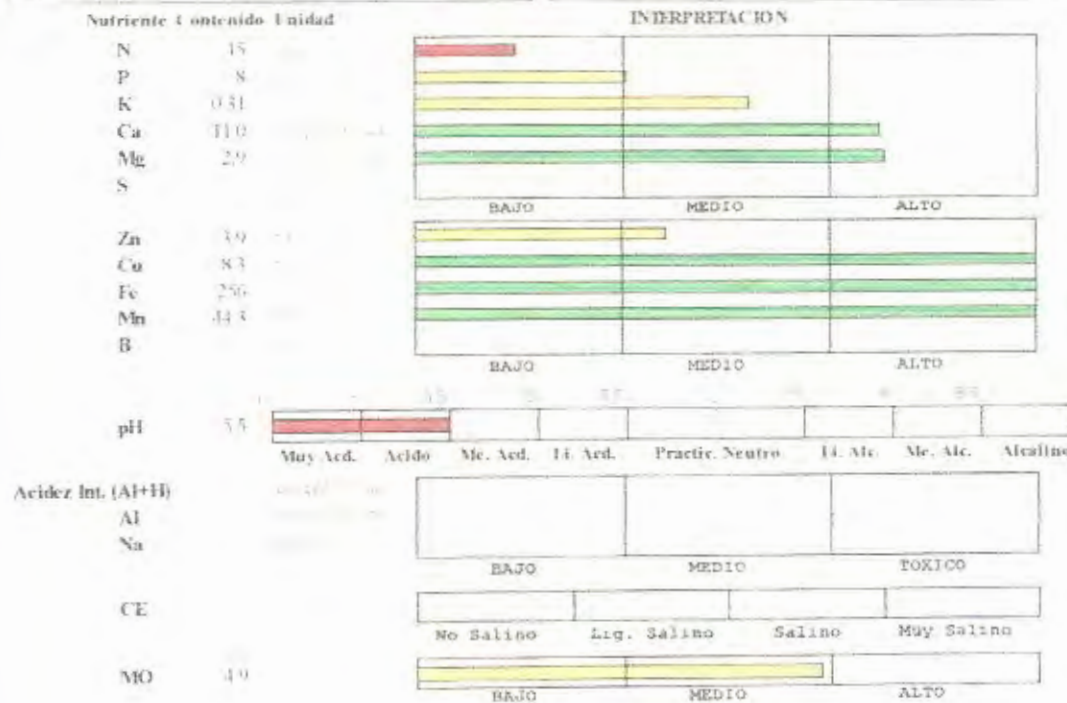
ANEXO 4. Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos-Recinto Estero Lagarto

	ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 VIA DURAN TAMBO Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : SRA. VICTORIA MARTINEZ Dirección: RCTO. ESTERO LAGARTO Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : LAURA Provincia : LOS RIOS Cantón : VINCES Parroquia : Ubicación : RCTO. ESTERO LAGARTO
---	--

DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : MAÍZ Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA - 7	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : N° Muestra Lab. : 7198 Fecha de Muestreo : 27/05/2004 Fecha de Ingreso : 08/06/2004 Fecha de Salida : 11/06/2004
--	--




Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)⁻¹	ppm	Cationes			Clase Textural
						RAS	Cl	(%)	
Mg	K	K	Σ Bases			Arena	Limo	Arcilla	
3.8	9.4	44.8	14.2						

Blas de Jover
RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

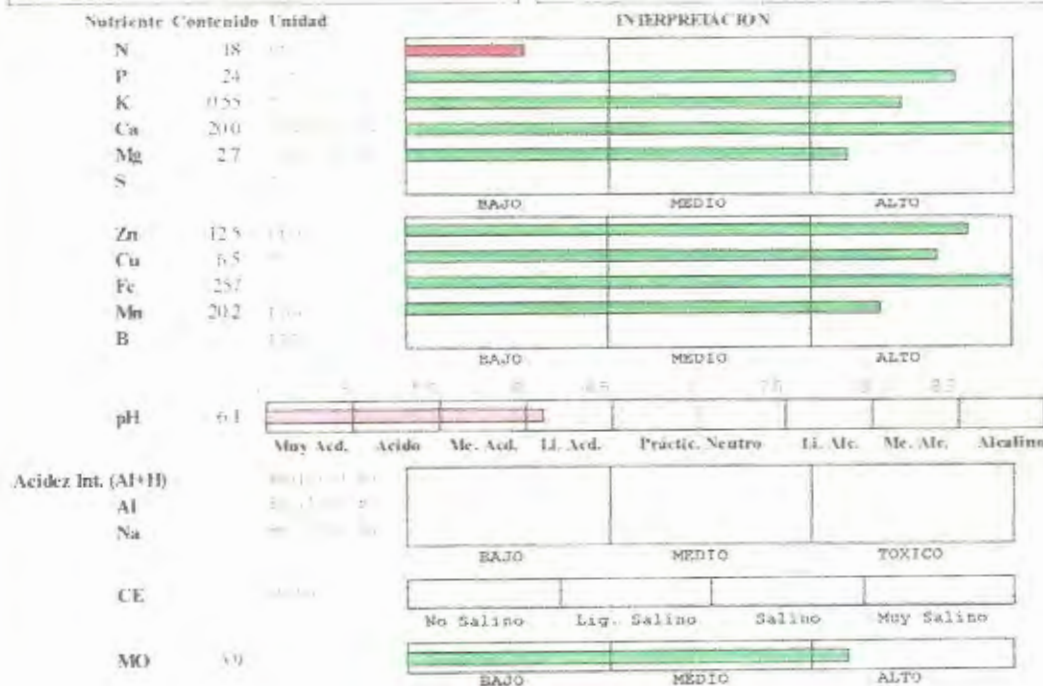
ANEXO 5. Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos- Recinto La Mecha

	ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
	LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
	Km. 26 VIA DURAN TAMBO
	Guayaquil- Ecuador Teléfono. 2717261-62 Fax 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : AMADO LÓPEZ Dirección: RCTO. LAS MECHAS Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : FCA. DOS HERMANOS Provincia : LOS RÍOS Cantón : Parroquia : Ubicación : RCTO LA MECHA
--	--

DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : MAÍZ Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación MUESTRA - 5	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : N° Muestra Lab. : 7196 Fecha de Muestreo: 27/03/2004 Fecha de Ingreso : 02/06/2004 Fecha de Salida : 11/06/2004
--	---



Ca	Mg	Ca+Mg	msq/100ml	(mcq/l)/%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla
7.4	4.9	41.3	23.5					


 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

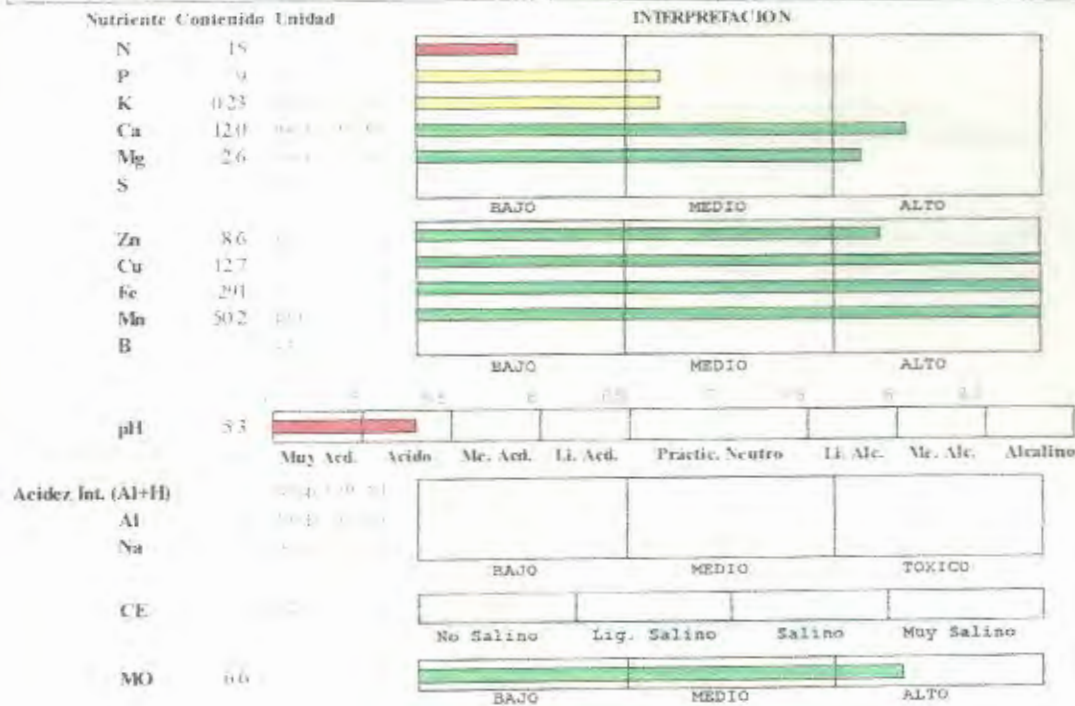
ANEXO 6. Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos-Finca Dos Hermanos



ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 VIA DURAN TAMBO
 Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : AMADO LOPEZ Dirección: RCTO. LAS MECHAS Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : FCA DOS HERMANOS Provincia : LOS RÍOS Cantón : Parroquia : Ubicación : RCTO LA MECHA</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : MAÍZ Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA -4</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : N° Muestra Lab. : 7195 Fecha de Muestreo : 27/03/2004 Fecha de Ingreso : 02/06/2004 Fecha de Salida : 11/06/2004</p>




Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)/%	ppm	%			Clase Textural
						Arena	Limo	Arcilla	
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl				
4,6	11,3	63,5	14,8						

Alvaro de la Cruz
 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

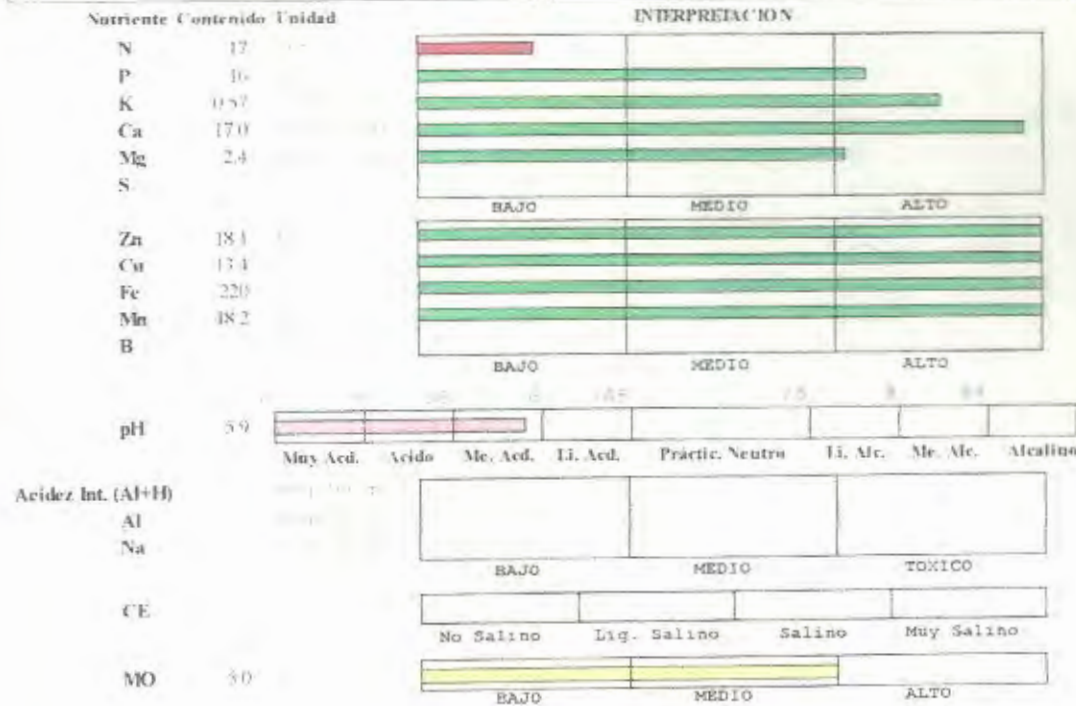
ANEXO 7. Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos-Finca S/N

	ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
	LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
	Km. 26 VIA DURAN TAMBO
	Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p>DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : RUFINO LÓPEZ Dirección: RCTO LA MECHA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : S/N Provincia : LOS RÍOS Cantón : Parroquia : Ubicación : RCTO LA MECHA</p>
---	---

<p>DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : MAÍZ Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA - 6</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : N° Muestra Lab. : 7197 Fecha de Muestreo : 27/03/2004 Fecha de Ingreso : 02/06/2004 Fecha de Salida : 11/06/2004</p>
---	---



Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	CI	Arena	Limo	Arcilla	
7.1	4.2	34.0	20.0						

Silva de Silva
RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 8. Análisis de suelo de la provincia de Los Ríos-Recinto San Rafael



ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 VIA DURAN TAMBO
 Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

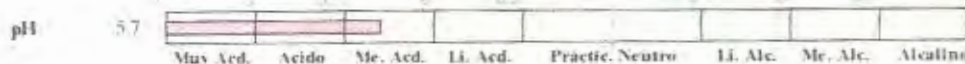
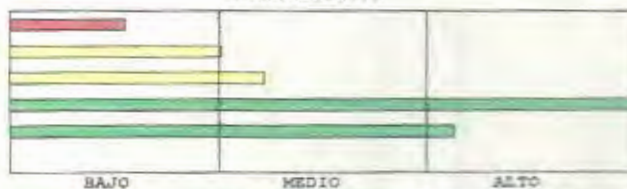
<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : SRA. JULIA LOOR Dirección: RCTO. SAN RAFAEL Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : FCA. JULIA LOOR Provincia : LOS RÍOS Cantón : VINCES Parroquia : Ubicación : RCTO. SAN RAFAEL</p>
---	---

<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : MAÍZ Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA - 8</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : N° Muestra Lab. : 7199 Fecha de Muestreo : 27/05/2004 Fecha de Ingreso : 02/06/2004 Fecha de Salida : 11/06/2004</p>
---	---

Nutriente Contenido Unidad

N	17	mg/kg
P	8	mg/kg
K	0.24	mg/kg
Ca	180	mg/kg
Mg	2.6	mg/kg
S		mg/kg
Zn	80	mg/kg
Cu	7.3	mg/kg
Fe	224	mg/kg
Mn	31.9	mg/kg
B		mg/kg

INTERPRETACION




Acidez Int. (Al+H)		
Al		
Na		
CE		
MO	6.8	

Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)/2	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6.9	10.8	85.8	20.8						

Alfonso de Guayas
RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 9. Análisis de suelo de la provincia Manabí - Cade-Colón

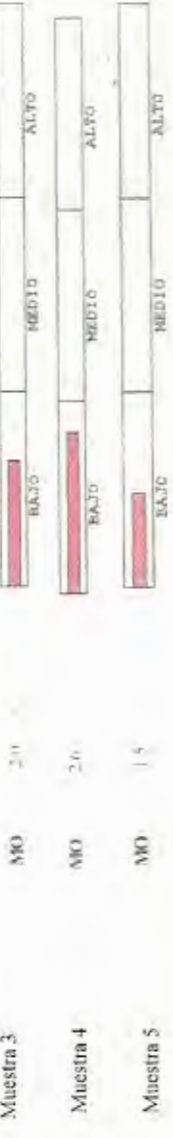


ESTACION EXPERIMENTAL BGLICHE
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 VIA DURAN TAMBO
 Guayaquil - Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : CADE COLON Dirección : VIA A STA. ANA Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : CADE COLÓN Provincia : MANABI Cantón : PORTONIEJO Parroquia : Ubicación : CADE COLON VIA A STA. ANA	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : MAIZ N° Reporte : Fecha de Muestreo : 09/08/2003 Fecha de Ingreso : 22/01/2004 Fecha de Salida : 30/01/2004
--	--	---

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		ppm							ppm			
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
6065	MUESTRA-3		27 B	51 A	183 A	21 A	7.9 A		2.3 B	8.5 A	13 B	3.7 B	
6066	MUESTRA-4		24 B	54 A	163 A	22 A	8.0 A		1.9 B	5.4 A	21 M	28.3 A	
6067	MUESTRA-5		21 B	32 A	106 A	22 A	7.9 A		1.4 B	4.0 M		4.9 B	



INTERPRETACION pH : LAc = Ligero Acido LA = Liger Alcalino Av = Acido Me M = Meda Alcalino Me Ar = Meda Acido N = Neutro Al = Alcalino	METEOROLOGICA pH : S, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn Absorción de agua B.S.
---	---


 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

Editorial Agrícola S.A. - Guayaquil - Ecuador
 Autorización N° 1088 otorgada por el S.R.L.

ANEXO 10. Análisis de suelo de la provincia Manabí-Rocafuerte



ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

 Km. 26 VIA DURAN TAMBO

 Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : SR. CARVAJAL Dirección : VIA ROCAFUERTE - CHONE Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : MANABI Cantón : Parroquia : Ubicación : VIA ROCAFUERTE - CHONE	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : MAIZ N° Reporte : Fecha de Muestreo : 09/08/2003 Fecha de Ingreso : 22/01/2004 Fecha de Salida : 30/01/2004
--	---	---

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm									
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn
6071	MUESTRA-10		7.6 LAI	2.0 B	29 A	0.62 A	2.0 A	6.9 A		1.2 B	3.4 M	22 M	5.6 M ¹



INTERPRETACION						METEOROLOGÍA/ANADA			FACTORES		
MAC	Acido	Alcali	Alcali	Alcali	Alcali	pH	S, P, B	S	N, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn	Obten Modificado	Obten Modificado
Muy Acido	Lige Acido	Lige Alcalino	Medio Alcalino	Medio Alcalino	Alcalino	7.6	Suficiente (1-25)	Coloramiento	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
Al	PS	PS	PS	PS	PS						
Mu Ar	Medio Acido	N	Medio	Medio	Medio						


 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Av. 26 de Julio y Pío Jarama (F. Acad. de Ciencias Naturales), Telf. 47666- 42364 E-Mail: focon@ug.edu.ec rege@ug.edu.ec
 Oficina: "Gustavo Cordero V", Av. 26 S. y P. F. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción y Programa de Agronomía
 Tel.: 47666- 821009

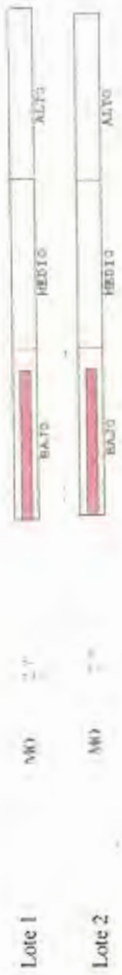
ANEXO 11. Análisis de suelo de la provincia de Manabí-INIAP-Portoviejo

ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 VIA DURAN TAMBO
 Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : INIAP - PORTOVIJO Dirección : Ciudad : PORTOVIJO Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : INIAP - PORTOVIJO Provincia : MANABI Cantón : PORTOVIJO Parroquia : Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : MAIZ N° Reporte : Fecha de Muestreo : 04/08/2003 Fecha de Ingreso : 22/01/2004 Fecha de Salida : 31/01/2004
--	--	---

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	mg/kg (seval)										
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
6063	109L-1		6.4 LAC	20 B	65 A	2.08 A	21 A	6.2 A		2.5 B	3.1 M	26 M	15.9 A	
6064	109L-2		6.6 PN	18 B	62 A	2.00 A	22 A	6.3 A		2.1 B	3.1 M	15 B	15.2 A	



INTERPRETACION				EXTRACTANTES				
Md = Muy Acido	Lm = Lige Acido	Am = Lige Alcalino	Al = Alto Alcalino	pH	Suelo agua (1:2.5)			Urea Modificada
Ac = Acido	PN = Poca Nitrato	MeM = Meda Meda	M = Medio	N, P, B	Coloremetro			N, K, Ca, Mg, Cu, S, Mn, Zn
MaAc = Meda Acido	N = Nitrato	M = Medio	A = Alto	S	Turbidimetro			1 parte de Carbono Negro por 100
				K, Ca, Mg, Cu, S, Mn, Zn	Absorcion proxima			RS

[Signature]
 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

Argemontesana "Justicia y Paz" - R.U.C. 0990222781001 - Teléfono: 2224426 - Guayaquil
 con N° 1088 otorgado por el S.R.L.

Autorizado Nº 1089 expedido por el S.A.S.



ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 VIA DURAN TAJIBO
 Guayaquil- Ecuador Teléfono: 2717261-62 Fax: 2717260

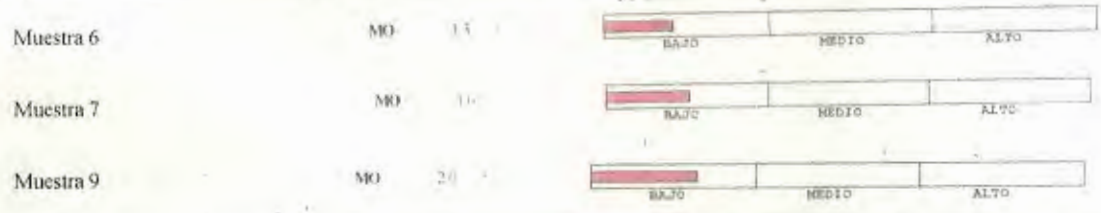
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : SR. POLO MACIAS
 Dirección : RÍO GRANDE - VÍA CHARAPOTO
 Ciudad : HIGUERÓN
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : S/N
 Provincia : MANABI
 Cantón : HIGUERÓN
 Parroquia :
 Ubicación : RÍO GRANDE - VÍA CHARAPOTO

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual : MAÍZ
 N° Reporte :
 Fecha de Muestreo : 09/08/2003
 Fecha de Ingreso : 22/01/2004
 Fecha de Salida : 30/01/2004

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
6068	MUESTRA-6		7,3 PN	19 B	27 A	0,85 A	22 A	6,5 A		1,3 B	2,9 M	9 B	4,2 B	
6069	MUESTRA-7		7,8 LAI	21 B	37 A	1,32 A	21 A	9,7 A		1,6 B	9,2 A	17 B	22,9 A	
6070	MUESTRA-9		7,5 PN	17 B	37 A	1,32 A	21 A	9,5 A		1,7 B	8,3 A	23 M	7,6 M	



INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA			ESTRUCTURA	
pH					Elementos de S y B			pH	ESTRUCTURA S.P.E.I. (1:1) (1:2.5) Límites de Textura pH
MAc - Max Acido	LAc - Liger Acido	LA - Lige Alcaloso	RC - Requiere Cal	B - Bajo	pH	- Socho agua (1:2.5)			
Ac - Acido	PN - Prac. Fuerte	MeAl - Medea Alcalino		M - Medio	N, P, B	- Colorimetria			
MeAc - Medea Acido	N - Neutro	Al - Alcalino		A - Alto	S	- Turbidimetría			
					K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn			- Absorción atómica	

RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 12. Analisis de suelo de la provincia de Manabí