

**CARACTERIZACIÓN DE GÉNEROS DE HONGOS FORMADORES DE  
MICORRIZAS ARBUSCULARES (H.M.A) Y VESICULO ARBUSCULARES  
(H.M.V.A) NATIVAS, ASOCIADAS CON EL PASTO ANGLETON  
(*Dichanthium aristatum*), BAJO DIFERENTES FUENTES DE  
ABONAMIENTO EN LA HACIENDA CASANARE, MUNICIPIO DE TOLÚ,  
SUCRE.**

**OXTERMAN JOAQUIN BUELVAS RIVERO.  
WILMER NAGUIB PEÑATES HERNANDEZ.**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA ZOOTECNIA  
SINCELEJO  
2008**

**CARACTERIZACIÓN DE GÉNEROS DE HONGOS FORMADORES DE  
MICORRIZAS ARBUSCULARES (H.M.A) Y VESICULO ARBUSCULARES  
(H.M.V.A) NATIVAS, ASOCIADAS CON EL PASTO ANGLETON  
(*Dichanthium aristatum*), BAJO DIFERENTES FUENTES DE  
ABONAMIENTO EN LA HACIENDA CASANARE, MUNICIPIO DE TOLÚ,  
SUCRE.**

**OXTERMAN JOAQUIN BUELVAS RIVERO.  
WILMER NAGUIB PEÑATES HERNANDEZ.**

**DIRECTOR  
VICTOR JOSE PEROZA CORONADO**

Ingeniero Agrónomo, M.Sc

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA ZOOTECNIA  
SINCELEJO  
2008**

## INTRODUCCIÓN

La región Caribe Colombiana es tradicionalmente ganadera, donde existe una población de 6,9 millones de cabezas, que corresponden al 34,6% del total del inventario ganadero nacional. El sistema de producción dominante es doble propósito (leche y carne), del cual se obtiene el 37,5 y 38% de la producción láctea, cárnica y del total del país (Corpoica, 2004). El sistema de alimentación predominante es el uso de pasturas utilizadas en pastoreo continuo y/o alterno.

El uso de fertilizantes en la producción ganadera es sin duda la práctica de mayor impacto en la productividad. No obstante, la fertilización de pastos ha estado ausente en los sistemas de producción utilizados por los ganaderos colombianos. Solamente en los últimos años el abonamiento de los pastos ha cobrado alguna importancia, particularmente en el caso de la ganadería intensiva (Guerrero, 1986).

El funcionamiento de un ecosistema terrestre depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo. No sólo los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes son propulsados 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 (Barea, *et al.*, 2001).

De acuerdo con Peroza y Jiménez (1998), existe una gran diversidad de microorganismos en el ecosistema suelo, los cuales pueden en determinado tiempo y condición, ayudar a la absorción de nutrientes y favorecer a las plantas en situaciones adversas, como es el caso de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (H.M.A), los cuales viviendo en forma simbiótica-mutualista con las plantas cultivadas, hacen disponibles elementos como el

fósforo, evitando que este sea lavado, además crean tolerancia al estrés hídrico, mejoran la agregación de partículas y ayudan a prevenir la erosión, incrementa la tolerancia a condiciones de salinidad, incrementan la tolerancia de las plantas al pastoreo por animales herbívoros, todo concluyendo en una alta rentabilidad de la producción vegetal en condiciones desfavorables.

El valor nutricional de los pastos depende de la especie, de las condiciones de fertilidad del suelo, de factores climáticos y del estado de desarrollo del pasto. En Colombia se ha encontrado que la mayoría de las especies forrajeras del clima medio y cálido presentan valores moderados en calidad nutritiva, particularmente en época de lluvia, pero que estos valores declinan rápidamente en la época de sequía (Laredo y Anzola, 1982).

Actualmente son bien conocidos los efectos beneficiosos de las micorrizas, los cuales comprenden la mayor absorción de elementos poco móviles en el suelo como el fósforo, cobre y zinc por parte de las plantas micorrizadas en comparación con las no micorrizadas (Smith y Read, 1997). Además, gracias al uso más eficiente que hacen las plantas micorrizadas de los nutrientes del suelo, permiten ahorrar fertilizantes químicos y reducir por consiguiente los problemas de contaminación con el uso excesivo de fertilizantes.

Con base en los grandes beneficios que proporciona esta interacción simbiótica y teniendo en cuenta que son muy escasos los trabajos que se han realizado en la costa Atlántica y más específicamente usando diferentes fuentes de abonamiento. El presente trabajo permitió caracterizar los géneros de hongos formadores de micorrizas arbusculares y vesículo arbusculares, nativos asociados al pasto Ángleton (*Dichanthium aristatum*) bajo diferentes fuentes de abonamiento.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GENERAL

Caracterizar los géneros de hongos formadores de micorrizas arbusculares y vesiculo-arbusculares nativas asociadas con el pasto angleton (*Dichanthium aristatum*), bajo diferentes fuentes de abonamiento, en la finca Casanare, en el municipio de Tolú, Departamento de Sucre.

### 2.2 ESPECIFICOS

- Caracterizar los géneros de hongos formadores de micorrizas arbusculares (H.M.A) y vesiculo-arbusculares (H.M.V.A) nativas asociadas con el pasto angleton (*Dichanthium aristatum*).
- Cuantificar el número de esporas por 100 gramos de suelo de hongos formadores de micorrizas arbusculares (H.M.A.) y micorrizas vesiculo-arbusculares (H.M.V.A.) nativas, presentes en suelos rizofericos en la finca Casanares.
- Determinar el nivel de colonización en raíces por hongos formadores de micorrizas arbusculares (H.M.A) y vesiculo-arbusculares (H.M.V.A)
- Identificar a nivel de género, los hongos formadores de micorrizas arbusculares y vesiculo-arbusculares asociados al pasto angleton.

### 3. ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PASTO ANGLETON (*Dichanthium aristatum*).

##### 3.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

Según: [www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm](http://www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm). Bernal, 2003, y Enciclopedia agropecuaria, 1995.

**Reino:** Vegetal  
**Subreino:** Embryophyta  
**División:** Tracheophyta  
**Subdivisión:** Spermopsida  
**Clase:** Angiospermae  
**Subclase:** Monocotiledónea  
**Orden:** Glumiflorae  
**Familia:** Gramineae  
**Genero:** *Dichanthium*  
**Especie:** *aristatum*

**3.1.2 NOMBRES COMUNES:** Ángleton mono, pasto ángleton (Esp), Ángleton grass (Australia, Cuba), Alabang x (Filipinas), Ángleton blue-stem (Estados Unidos), Wildergrass (Ing) Vallejo y Zapata (1998-2001).

**3.1.3 PRINCIPALES ESPECIES.** De acuerdo con Bernal, (2003), en Colombia se cultivan dos especies conocidas como Ángleton “mono” o común (*Dichanthium aristatum*), que se caracteriza por alta producción de semilla durante todo el año, adaptación a zonas secas y crecimiento erecto. La otra especie que se ha extendido a muchas zonas ganaderas en los últimos años es el llamado Climacuna (*Dichanthium annulatum*) que produce excelente follaje, caracterizado por producir semillas una vez al año; el habito de crecimiento es rastrero y cubre mejor el suelo, compitiendo bien con biomasa indeseable; es exigente en humedad y fertilidad.

**3.1.4 ORIGEN:** Según Checa, (1986), el pasto es procedente de Estados Unidos. El pasto Ángleton, lo introdujo el Servicio Técnico Agrícola Colombo Americano (STACA), en 1956. Las primeras siembras se realizaron en el Espinal (Tolima). Este pasto es originario de África oriental y la India.

**3.1.5 CARACTERÍSTICAS:** El pasto Angleton es una gramínea perenne de buena calidad, que se produce por semilla sexual y por tallo. Crece a una altura de hasta 90 cm. en matojos erectos. La semilla aumenta su poder germinativo con el almacenamiento, entre un 10%, un mes después de cosechado y un 40%, seis meses después. El Ángleton tiene raíces profundas. Resiste el pisoteo del ganado y además invade los potreros, controlando de esta manera las “malezas” y otros pastos no deseables en fincas. Sus tallos son finos con gran calidad de hojas. Los tallos rastrojos emiten raíces en los nudos cuando tocan la tierra y hay buena humedad. El Ángleton es un pasto de los llamados medianos, de buen valor nutritivo y alta producción de forraje (Checa, 1986).

El pasto Ángleton tiene numerosos tallos frondosos ramificados cerca de la base, nudos ensanchados, son erectos y finos, las hojas son angostas y la inflorescencia se presenta como espigas de 5 a 9 espiguillas. Presenta una esterilidad bastante acentuada, por lo cual es necesario utilizar semillas de buena calidad cuando la especie se va a reproducir por este método (Bernal, 2003).

**3.1.6 ADAPTACIÓN:** Es una especie con amplio rango de adaptación. Sus mejores rendimientos se obtienen desde los 0 metros hasta 1000 metros sobre el nivel del mar. Es resistente a la humedad, la sequía y el pastoreo intensivo. Se adapta a diferentes tipos de suelos, (Bernal, 2003).

**3.1.7 SUELOS:** El pasto Ángleton crece bien en suelos francos y fértiles, en suelos franco-arcillosos con buenos desagües. Tolera los suelos arenosos no muy pobres. Prefieren suelos que tengan una acidez cercana a la neutralidad. No lo perjudican los suelos salinos. Parece que la acidez, la baja fertilidad de los suelos de los Llanos Orientales, unida a la precipitación en las estribaciones

de la Cordillera Oriental, le impiden su desarrollo. Permanece relativamente verde en suelos con buena retención de humedad y tolera sequías de 3 a 4 meses. Cuando la sequía es muy larga, 5 a 7 meses, como en muchos lugares de la Costa Atlántica, el pasto Ángleton se seca y se vuelve leñoso, pero rebrota muy bien cuando inician las lluvias. Responde muy bien al riego y no se afecta con inundaciones, siempre que sean pasajeras (Checa, 1986).

**3.1.8 USOS:** El pasto Ángleton se utiliza principalmente en pastoreo para lo cual se recomienda hacer rotación de potreros. En épocas de mucha producción el pasto se puede henificar o ensilar. Actualmente se cultiva en muchas fincas exclusivamente para producción de heno con excelentes resultados. El momento óptimo para realizar el pastoreo es antes de la floración (alrededor de 40 a 50 cm. de altura). Una vez emitidos los tallos florales, el valor nutritivo del pasto disminuye apreciablemente y pierde palatabilidad con la madurez (Bernal, 2003).

**3.1.9 FERTILIZACIÓN:** Esta gramínea responde bien a la fertilización especialmente nitrogenada que debe realizarse después de unos seis a ocho meses de establecido el cultivo, según sea la fertilidad del suelo. Cada año deben aplicarse elementos como el fósforo (P) y el potasio (K) con el fin de elevar la producción de forraje y mantener el terreno fértil. Estas aplicaciones deben hacerse con base al análisis químico del suelo (Bernal, 2003).

Jurado, (2002), afirma que esta gramínea es poco exigente en fósforo pero responde bien a la fertilización, en especial con nitrógeno. Esta se debe aplicar 6 a 8 meses después de establecido el cultivo, o después de 2 a 3 pastoreos, de acuerdo con la fertilidad del suelo. Según el análisis químico del suelo, anualmente o cada dos años, se deben aplicar elementos como el fósforo y el potasio, con el fin de mantener niveles adecuados de fertilidad del suelo y una alta producción de forraje.

**3.1.10 MANEJO:** Antes de la floración se considera la época mas adecuada para el pastoreo. Después de la floración disminuye su contenido de proteína y por lo tanto, su valor nutritivo. El pasto muy maduro es poco gustoso y el consumo por parte del animal decrece notoriamente. Para su mayor persistencia, se recomienda pastoreo en rotación con periodos de ocupación por potreros no mayores de seis días, teniendo como descanso de 36 a 42 días para épocas de buena humedad (lluvias) o con riegos. En temporadas secas y sin disponibilidad de riego, los intervalos de pastoreo deben ser más largos, 60 días. Con el fin de conservar los niveles de producción de forraje se debe aplicar urea al voleo, a razón de 1 o 2 bultos (50/Kg.) por hectáreas, regando después si es necesario (Bernal, 2003).

**3.1.11 PRODUCCIÓN DE SEMILLA:** Gallo, *et al.*, (1998), sostiene que el pasto Ángleton es una especie que presenta floración durante todo el año, la maduración desuniforme de la panícula hace que la recolección sea escalonada, ya que debe efectuarse todo al mismo tiempo se obtiene mucha semilla inmadura con un porcentaje bajo de germinación. Como consecuencia de la baja calidad de la semilla que se recolecta en los potreros y el alto contenido de semillas vanas, es necesario utilizar semillas seleccionadas para asegurar un producto de alta calidad y economizar tiempo y dinero en el establecimiento de las praderas.

**3.1.12 PRODUCCIÓN DE FORRAJE:** Bajo condiciones naturales en suelos relativamente fértiles se alcanzan rendimientos anuales 8 a 10 ton de forraje seco hectárea año (aprox. de 40 a 50 ton/Ha/año de forraje verde). Con cortes cada 6 a 8 semanas y aplicación de 50/Kg de urea Ha/año, se logran rendimientos de 20 a 30 ton/Ha/año de forraje seco, (aprox. 100 a 150 ton de forraje verde por hectárea). En zonas de periodo seco de 4 a 5 meses el pasto ángleton sostiene de 1 a 1.5 animales por hectáreas bajo condiciones naturales de crecimiento y manejo. En pastoreo continuo y áreas con periodos secos más cortos se sostiene de 2 a 2.5 animales. Con la aplicación de urea, fertilización (P y K) y rotación de potreros, la carga puede aumentarse de 5 a 6 animales/Ha/ año (Bernal, 2003).

**3.1.13 CALIDAD DEL FORRAJE:** La calidad de la especie ángleton (*Dichanthium aristatum*) es moderada y varía mucho de acuerdo con el manejo que se le da a la pradera (Bernal, 2003).

El Ángleton mono o común presenta como porcentaje en materia seca los siguientes valores: materia seca 7.3%; fibra bruta 38.2%; extracto etéreo 1.2%; proteína bruta 6.2%; cenizas 9.9%; ELN 44.5%; digestibilidad 66.54% (Gallo *et al.*, 1998).

**Cuadro 1.** Composición química del pasto ángleton en la finca casanare, municipio de Tolú.

Tratamiento	Fecha de muestreo	% de materia seca	% proteína cruda	% de FDN	% de FDA	% de ceniza	% materia orgánica	% lignina
T 0	01/07/2006		6.4	64.94	52.28	17.1	82.9	3.9
T 1	01/07/2006		7.6	65.33	45.01	11.3	88.7	4.2
T 2	01/07/2006		7.9	62.84	47.70	11.6	88.4	3.5
T 3	01/07/2006		6.4	68.78	38.46	10.6	89.4	3.3
T 4	01/07/2006		5.8	59.92	45.05	12.5	87.5	4.0
T 0	11/09/2006		4.9	68.24	50.10	12.1	87.9	11.2
T 1	11/09/2006		6.0	78.72	46.90	8.1	91.9	10.9
T 2	11/09/2006		6.9	64.82	52.28	12.0	88.0	10.5
T 3	11/09/2006		6.1	68.56	48.11	11.9	88.1	8.3
T 4	11/09/2006		5.2	66.26	42.14	12.6	87.4	7.3

Análisis realizados por Corpoica (2006)

**3.2. DEFINICIÓN DE MICORRIZAS:** la palabra micorrizas se origina del griego Myco, que significa hongo y ryzha, que indica raíz, etimológicamente se define como una simbiosis mutualista entre hongo del suelo y las raíces de las plantas (Sánchez, 1999; Guerrero, 1986). A las micorrizas se les considera como un hongo nutricionalmente especializado y dependiente del huésped. Las micorrizas aumentan la capacidad de absorción de las raíces para obtener nutrientes tales como fósforo, potasio, cobre, hierro. Nitrógeno, azufre y zinc; el mayor beneficio que atribuye a las plantas la colonización por micorrizas tiene lugar en suelos pobres.

De acuerdo con Olivares y Barea, (1991), estos hongos colonizan las raíces de las plantas para crecer y reproducirse. Un hongo puede infectar un amplio rango de especies, aunque se han reportado diferentes respuestas en el crecimiento de las plantas dependiendo del tipo de hongo que se asocie con ellas, no hay evidencia sobre la especificidad entre una cepa de hongo formador de micorriza arbusculares (M.A) y una especie de planta. A pesar de ello, no se puede descartar la existencia de diferentes grados de afinidad entre cepas particulares de **Gomales** y especies de plantas.

Las micorrizas son asociaciones mutualistas que se establecen entre ciertos hongos del suelo y la mayoría de las plantas terrestres. Las micorrizas se encuentran prácticamente en todos los hábitats de la tierra, desde ecosistemas acuáticos a desiertos, en bosques tropicales, en diferentes altitudes y latitudes (Allen, 1991). Existe una gran diversidad en cuanto a morfología y fisiología de las asociaciones micorrícicas, lo que permite reconocer varios tipos de micorrizas diferentes. Las micorrizas que forman la mayoría de plantas de interés agrícola son las endomicorrizas, en las cuales el hongo coloniza de forma intracelular la raíz, y dentro de éstas, las **micorrizas arbusculares (MA)**, que se caracterizan porque el hongo presenta, dentro de la raíz, hifas intercelulares, arbuscúlos (hifas intracelulares muy ramificadas, formadas por divisiones dicotómicas sucesivas) y vesículas intra o intercelulares. De todos los tipos de micorrizas, las MA son las más extendidas en la naturaleza, formando esta asociación plantas pertenecientes al 80-90% de las familias botánicas (Honrubia, *et al.*, 1992). Los hongos formadores de MA, son simbioses biotrofos obligados puesto que sólo pueden completar su ciclo de vida cuando colonizan las raíces de la planta hospedadora.

**3.2.1 TIPOS DE MICORRIZAS:** Según Sánchez, (1999) y Sylvia, (1999), las micorrizas han sido agrupadas con base en la anatomía de las plantas colonizadas en: ectomicorrizas, endomicorrizas y un grupo intermedio denominado ectendomicorrizas.

Existen siete tipos de micorrizas que se han clasificado, siguiendo criterios estructurales, funcionales y taxonómicos, en: Ectomicorrizas, Endomicorrizas o Micorrizas Arbusculares (MA), Ectendomicorrizas, Arbutoides, Monotropoides, Ericoides y Orquidioides. En cuanto a las estructuras formadas, al tipo de colonización y a la cantidad de especies vegetales y fúngicas implicadas, se puede decir que las micorrizas arbusculares son las de mayor importancia y las que más ampliamente se encuentran distribuidas (tanto a nivel geográfico como dentro del Reino Vegetal). Este tipo de micorriza se encuentra en condiciones naturales en la mayoría de los cultivos tropicales y subtropicales de interés agronómico (Sieverding, 1991) y está presente en la mayoría de las Angiospermas; siendo las familias Chenopodiaceae y Cruciferae, las excepciones de mayor importancia (Francl, 1993). La asociación simbiótica MA se forma en muchas especies perennes leñosas, incluyendo muchas Gimnospermas aparte de las Pináceas (Harley y Smith, 1983). Los hongos formadores de micorrizas arbusculares pertenecen a la clase Zigomicetes y se caracterizan porque producen, a lo largo de su ciclo de vida, unas estructuras conocidas como arbuscúlos (en todos los casos) y vesículas (en la mayoría de ellos). Las vesículas son estructuras globosas e irregulares que actúan como órganos de reserva de lípidos. Los arbuscúlos son las estructuras responsables de la transferencia bidireccional de nutrientes entre los simbioses, realizada en la interfase planta-hongo producida a este nivel (Francl, 1993).

**Figura N° 1**Tipos de Micorrizas

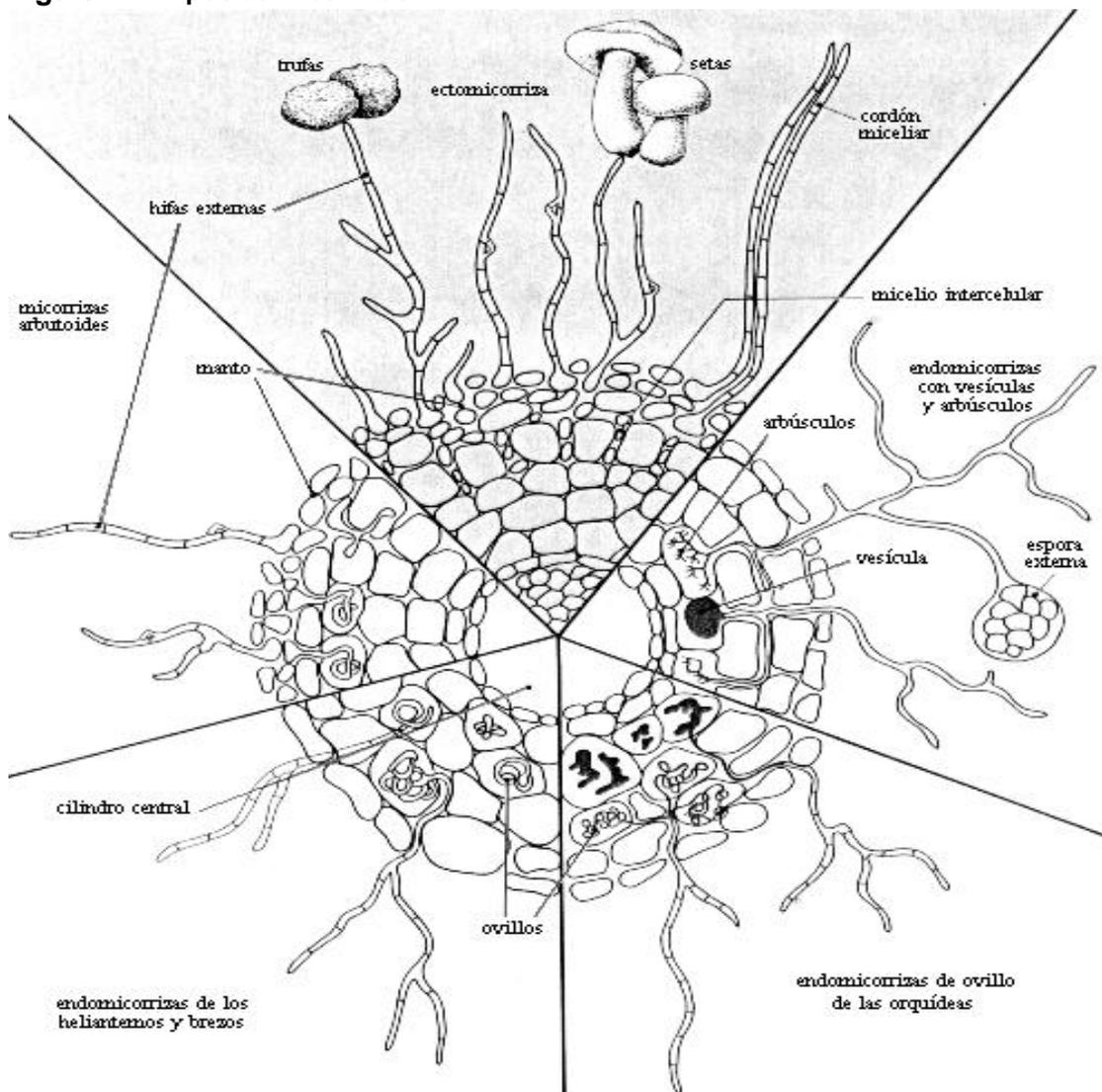


Imagen tomada de <http://www.ffp.csiro.au/research/mycorrhiza/vam.html#look>

**3.2.1.1 ECTOMICORRIZAS:** Las hifas del hongo envuelven los segmentos de raíces colonizadas y se entretajan alrededor de ellos formando una estructura anatómica denominada manto, a partir de él se desprenden hifas que colonizan y cordones hifales denominados rizomorfos. El micelio fungoso penetra intracelularmente formando una red de hifas dentro de la corteza (red de Harting) (Sánchez, 1999 y Sylvia, 1999).

**Figura N°2** Esquema de una colonización de Ectomicorrizas.

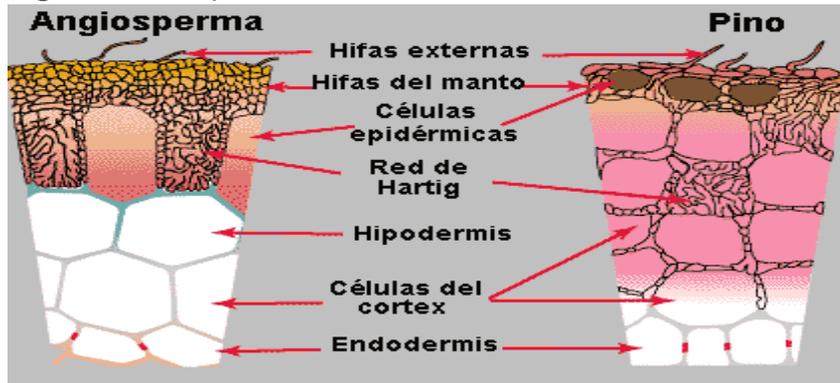


Imagen tomada de <http://www.ffp.csiro.au/research/mycorrhiza/vam.html#look>

Las ectomicorrizas son relativamente poco frecuentes: entre un 3 a 5% de las plantas terrestres establecen este tipo de simbiosis. Su mutualismo se ha reportado especialmente con plantas de importancia forestal, como los pinos, los robles, abedules, encinas, sauces, tilos o nogales (Sadanandan y Brown, 1997)

**3.2.1.2 ENDOMICORRIZAS:** Es la asociación simbiótica interna en la cual las hifas de los hongos invaden las partes jóvenes de las raíces y colonizan los espacios intercelulares e intracelulares del parénquima subepidérmico de la célula (Sieverding, *et al.*, 1998); se caracterizan porque el hongo penetra inter e intracelularmente, ausencia de manto y acentuadas modificaciones anatómicas en las raíces no visibles a simple vista (Coyne, 2000).

**Figura N°3** Esquema de una colonización de Endomicorrizas.

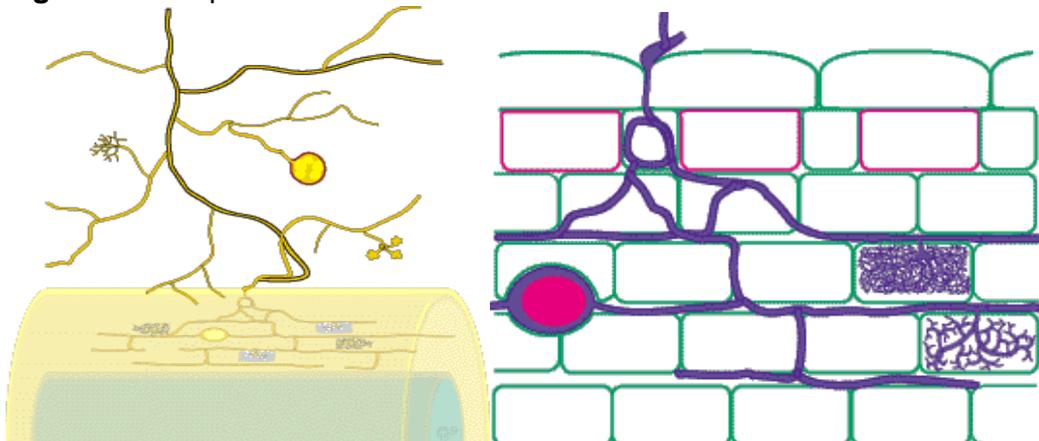


Imagen tomada de <http://www.ffp.csiro.au/research/mycorrhiza/vam.html#look>

### **3.3 Morfología de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (H. M. A.)**

Según Morton, *et al.*, (1996), y Sylvia, (1999), la morfología de los hongos M.A., están conformados por:

**3.3.1 HIFAS:** Los hongos M.A., poseen dos sistemas de hifas, uno interno y otro externo. El primero se desarrolla inter o intracelularmente en las células corticales de la raíz, el segundo emerge de la raíz y se extiende por el suelo varios centímetros, dando lugar al micelio externo que constituye el sistema de absorción de nutrientes. Este consta de red tridimensional de hifas, unas de 8 a 30 micrómetros de diámetro que son más consideradas la base permanente del micelio y otras, más delgadas de 2 a 7 micrómetros de posible función rizoidal, más efímeras que las anteriores. Sobre el micelio externo se forman grandes esporas vegetativas que van madurando hasta convertirse en clamidospora; determinadas especies también forman esporocarpos. (Ver figura 12).

**3.3.2 MICELIO EXTERNO:** Es el talo o aparato vegetativo de nutrición del hongo, conformado por una o varias células carentes de fibras y vasos, no diferenciándose de las verdaderas raíces, las cuales están sustituidas a veces por pelos rizoides. El micelio externo se constituye en el colonizador de la raíz de la planta y del suelo (rizosfera), funciona como una prolongación del sistema radicular de la planta, permitiéndole explorar un área mayor del suelo que el alcanzado por las raíces de las plantas que no presentan proceso simbiótico de micorrización, generando un aumento de 40 veces mayor de aprovechamiento de los nutrientes (N, P, K, Mg, Cu, entre otros) (Duran, 2003).

**3.3.3 MICELIO INTERNO:** Igualmente conforma el aparato de nutrición del hongo, el cual se ubica dentro de la corteza de las raíces micorrizadas. En esta simbiosis, se optimiza la asimilación del recurso hídrico disponible en el suelo. El micelio simultáneamente favorece la interacción con otros microorganismos del suelo (Fitter y Garbaye, 1994, citados por Duran, 2003).

**3.3.4 ESPORA:** Son estructuras de reproducción de los hongos y plantas criptógamas (sin flores), poseen resistencia para sobrevivir en el suelo durante muchos años y cuya germinación inicia un nuevo ciclo de simbiosis (Duran, 2003). (Ver figura 10).

**3.3.5 ARBUSCULOS:** Estos se forman poco tiempo después de iniciada la infección mediante la ramificación dicotómica repetidas de hifas intracelulares, hasta la formación de hifas de menos de 0.2 micrómetros de diámetro. Cuando se forma un arbusculo el almidón de la célula invadida desaparece al tiempo que el núcleo se alarga y se divide. Los arbusculos son digeridos rápidamente y absorbidos por el huésped. Después que los arbusculos son digeridos, los núcleos vuelven a su tamaño normal y el almidón suele reaparecer (Morton, *et al.*, 1996, y Sylvia, 1999).

**3.3.6 VESICULAS:** Se forman posteriormente a los arbusculos y son estructuras ovoides que contienen material lipídico. Estos son órganos de reserva y en algunos casos su pared gruesa se asemeja a clamidosporas, se forman intra o intercelularmente en el sistema radical y fuera de él. Durante situaciones de estrés estas reservas se utilizan y las vesículas se degeneran. En los géneros *Gigaspora* y *Scutellospora* nunca se forman vesículas, estos producen células auxiliares en el micelio externo (Morton, *et al.*, 1996, y Sylvia, 1999). (Ver figura 11).

Según Sylvia, (1999), otras estructuras producidas por los H.M.A., incluyen las células auxiliares y esporas asexuales. Las células auxiliares son formadas en el suelo y pueden tener forma en espiral o estar formadas en grupos. La función de estas estructuras no es conocida. Las esporas producidas por el hongo, son asexuales, se forman a partir de la diferenciación de hifas vegetativas.

### **3.4 ETAPAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE LAS MICORRIZAS**

El establecimiento de la simbiosis va a depender de las interacciones entre los tres componentes del sistema: el hongo, las plantas y las condiciones ambientales. Su presencia puede implicar que ocurran procesos de reconocimiento entre los simbiosistas, compatibilidad y especificidad, los cuales condicionan su expresión y conducen a la integración morfológica y funcional de las asociaciones (Sánchez, 1999).

De acuerdo con Guerrero, (1986), y en concordancia con Sánchez, (1999), en el proceso de la formación de la simbiosis se pueden distinguir diferentes fases: precolonización, penetración inicial del hongo, colonización intraradical y desarrollo del micelio externo y de las estructuras reproductivas. Aparentemente los modelos de penetración y colonización del hongo son independientes no solo del hospedero si no también del tejido a colonizar.

#### **3.4.1 ETAPA DE LA SIMBIOSIS**

En el proceso de establecimiento de una relación simbiótica micorriza vesículo-arbuscular. Pueden diferenciarse cuatro etapas:

##### **3.4.1.1 PRIMERA ETAPA O DE FERTILIZACIÓN**

Las raíces de las plantas susceptibles son infectadas con M.V.A., siempre y cuando esté presente una estructura infectiva del hongo, que luego entra en contacto con los pelos absorbentes de las raíces. Se consideran órganos o unidades infectivas: las esporas y otras estructuras del hongo u otra raíz ya infectada. Bajo condiciones favorables la infección puede ocurrir en un tiempo de 2 a 3 días (Sieverding, 1989).

##### **3.4.1.2 SEGUNDA ETAPA O DE COLONIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

Una vez el hongo ha infectado la raíz, se distribuye en ella, creciendo intercelular e intracelularmente infectando toda la corteza de la raíz. Entrando a conformar el micelio interno, arbusculos y vesículas. La duración del proceso

de infestación depende del ambiente, de la especie vegetal y por su puesto del hongo, tardando desde 10 días hasta varias semanas (Sieverding, 1989).

#### **3.4.1.3 TERCERA ETAPA O DE ESTABILIZACIÓN O EFECTIVIDAD**

Simultáneamente a la formación de estructuras internas, el hongo forma el micelio externo, órgano a través del cual el hongo absorbe los nutrientes y los transporta a la raíz de la planta, en este momento es cuando la simbiosis empieza a funcionar en forma benéfica para la planta (Sieverding, 1989).

#### **3.4.1.4 CUARTA ETAPA O DE REPRODUCCIÓN**

De 1-4 meses después de la tercera etapa, el hongo empieza a reproducirse formando esporas asexuales en el micelio externo. Las esporas son órganos de reproducción del hongo, que puede perdurar latentes por largos tiempos en el suelo, especialmente en épocas que no hay hospedero a su alcance (Sieverding, 1989).

### **3.5 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA**

Según Morton, (1990), Morton y Benny, (1990), durante muchos años los hongos formadores de micorrizas arbusculares se ubicaron en el orden **Endogonales** junto al género no micorrizo **Endogone**. Sin embargo, la luz de las consideraciones filogenéticas, se estableció que su condición simbiótica constituía criterios suficientes para agruparlos en un taxón particular, lo cual dio origen al orden **Glomales** y a un re-arreglo de familias. Clasificaron a los hongos micorrizicos en la división **Eumycota**, clase **Zygomycetes**, orden **Glomales**, suborden **Glominaeae** y **Gigasporaceae** con las siguientes familias y sus géneros respectivos:

- **Glomaceae** (**Glomus**, **Sclerocystis**)
- **Acaulosporaceae** (**Acaulospora** y **Entrophospora**)
- **Gigasporaceae** (**Gigaspora** y **Scutellospora**)

**Reino:** Hongos

**Phylum:** Zygomycota

**Clase:** Zygomycetes  
**Orden:** Glomales  
**Familias:** Glomaceae (Géneros: Glomus y Sclerocystis)  
Acaulosporaceae (Géneros: Acaulospora y Scutellospora)  
Archaeosporaceae (Genero: Archaeospora)  
Paraglomaceae (Genero: Paraglomus)

A nivel de géneros, la taxonomía de estos hongos se fundamenta en características tales como formación y morfología de las esporas, modo de germinación y morfología del esporocarpo. Otros caracteres, como apariencia de las esporas (color, contenido, grosor de la pared, ornamentación y tipo de conexión entre las hifas), murografías (diagramas que ilustran la estructura de la pared de la spora y anatomía de la infección del hongo), se usan para la taxonomía a niveles de especies (no rutinaria entre los taxónomos), (Schenck y Pérez, 1990).

De otro lado, los caracteres morfológicos son a veces difíciles de distinguir, lo cual hace complicado el manejo de claves, por demás complejas. La morfología de algunas esporas M.A es muy similar, por lo que en ocasiones puede ser muy difícil distinguir una especie de otra (Azcon y Guerrero, 1996).

Dos nuevos ancestros de hongos formadores de micorrizas arbusculares fueron descubiertos a partir de la secuencia de ADN ribosomal. Son dos nuevas familias: **Archaeosporaceae**, la cual contiene dos géneros con tres especies formadoras de esporas semejantes al genero **Acaulospora**, se encontró que dos de las especies son dimorfitas; y la familia **Paraglomaceae**, la cual contiene el genero **Paraglomus** con dos especies formadoras de esporas diferentes a las del genero **Glomus**. Ambas especies fueron identificadas desde medios de cultivos con suelos y fragmentos de raíces de hierbas y secuenciales cultivos de sorgo. Estas especies son formadoras de arbusculos en medios de cultivos con trigo (Morton & Redecker, 2001). (Figura N°4)

**Figura N°4 Clasificación taxonómica propuesta por Morton y Redecker.**

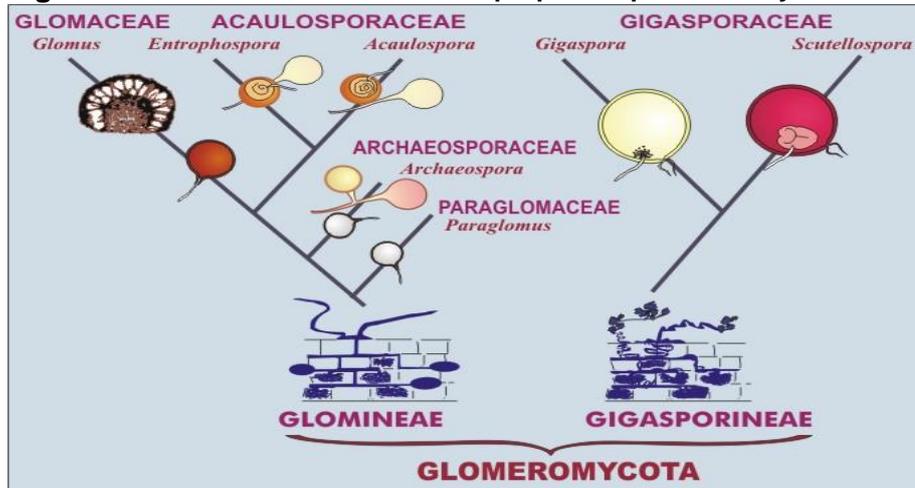


Imagen tomada de <http://www.ffp.csiro.au/research/mycorrhiza/vam.html#look>

### **3.6 EFECTO DE LAS MICORRIZAS SOBRE LA NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS.**

Es un hecho universalmente aceptado que las micorrizas estimulan el crecimiento, desarrollo y nutrición de las plantas, especialmente en suelos de baja y moderada fertilidad; la micorriza beneficia substancialmente la absorción de nutrientes, especialmente de P y de agua por la planta. Se debe tener presente que el P, a diferencia del N, es un elemento prácticamente inmóvil en el suelo por lo que su absorción por parte de las raíces, depende de la capacidad de exploración de estas últimas. En este sentido, la micorrización proporciona una superficie de absorción incrementada y más eficaz. En efecto, se acepta que el papel clave de las micorrizas radica en que las hifas del hongo extienden el campo de absorción de la raíz mas allá de la zona normal de agotamiento radicular (en 1-5 mm.), permitiendo a la raíz incrementar su superficie de absorción y explorar un volumen de suelo mayor del que lo hacen las raíces no micorrizadas, concretamente hasta 7 cm. de la superficie radicular. Además se ha logrado poner de manifiesto de que las raíces micorrizadas absorben mas eficazmente los fosfatos que las no micorrizadas y han calculado que en 1cm. de raíz micorrizada posee unos 80 cm. de hifas externas (Coyne, 2000).

La posibilidad que las hifas o las raíces que forman micorrizas vesículo arbusculares tengan capacidad para solubilizar formas de P no disponible a plantas no infectadas ha sido objeto de gran controversia. Sin embargo, estudios realizados con P 32 concluyeron que la absorción más eficiente por las raíces micorrizadas se debe fundamentalmente a una aceleración de la disociación del fosfato insoluble.

Además de lo anterior, las micorrizas benefician a las plantas por su acción protectora contra la invasión y deterioro causado por microorganismos del suelo. Las ectomicorrizas protegen la raíz pues reciclan los carbohidratos, aminoácidos y otros compuestos producidos por las raíces, capaces de atraer agentes patógenos. Además proveen una barrera física a patógenos debido a la formación del manto y la red de Harting, y pueden sintetizar compuestos como el diatretinenitrilo, con efecto de tipo antibiótico (Coyne, 2000).

De acuerdo con Coyne, (2000); las plantas que son infectadas por micorrizas:

- Mejoran el crecimiento general de las plantas al mejorar la adquisición de fósforo y zinc.
- Aumentan la tolerancia a las enfermedades, mejorando su nutrición y compitiendo con microorganismos patógenos por el espacio en las raíces.
- Mejoran el uso del agua y la tolerancia a la sequedad.
- Mejoran la bioestructura del suelo ayudando en la cohesión de los agregados del suelo.

Además incrementan el área fisiológica en las raíces, inducen reacciones hormonales, produciendo que las raíces alimentadoras permanezcan fisiológicamente activas por periodos mayores, que las raíces no micorrizadas. Para el hongo; reciben principalmente carbohidratos y vitaminas desde las plantas (<http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm>).

### **3.7 FACTORES QUE AFECTAN LA FORMACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LAS MICORRIZAS ARBUSCULARES.**

La efectividad de los hongos formadores de micorrizas arbusculares bajo condiciones de campo están determinado por: las condiciones físico –químicas del suelo (pH, contenido de fósforo, aireación, textura y contenido de materia orgánica), condiciones climáticas (intensidad y duración de luz, temperatura, humedad, épocas de lluvias y épocas secas) y por las practicas agronómicas (preparación del terreno, aplicación de pesticidas y practicas culturales) (González, 1996; Sánchez, 1999).

Entre los factores físico-químicos que mas influyen en el desarrollo de las MA se han registrado el pH y el contenido de arcilla. Los HMA tienen amplia capacidad de adaptaciones de pH, éstos se han registrado desde valores de 2.7 a 9.2. Se encuentra diferencias entre especies y ecotipos en cuento a su capacidad para colonizar en función del pH (Sánchez, 1999).

La presencia de uno u otro tipo de micorriza en una determinada área, parece estar relacionada en todo caso con la latitud, altitud, la composición florística y el tipo de suelo en particular, en lo relativo a pH, fósforo, materia orgánica y disponibilidad de nutrientes. Por lo tanto, el desarrollo de la micorriza se puede ver afectado por el comportamiento de variables ambientales como los factores abióticos (propiedades físico-químicas del suelo, variaciones climáticas) y factores bióticos (tipo de comunidad vegetal, condiciones fisiológicas de la planta hospedera, interacciones con otros organismos, prácticas antrópicas) (Guerrero, 1996; Dodd y Thompson, 1994). De igual manera, las interacciones entre las micorrizas arbusculares (MA) y la fauna del suelo también afectan de manera importante el comportamiento ecológico de la micorriza, donde micro artrópodos y nemátodos fungívoros se alimentan de las hifas externas del micelio micorrícico (Fitter y Garbaye, 1994).

En los suelos tropicales las condiciones limitantes de pH conllevan a que el encalamiento sea una práctica agronómica recomendada para reducir la saturación de Aluminio y sus efectos tóxicos para suplir las necesidades de Calcio y de Magnesio en los cultivos. Algunos autores sugieren que algunas especies de HMA son susceptibles al encalamiento, lo cual hace que se reduzca la diversidad de poblaciones (Sánchez, 1999). Además el pH influye sobre la solubilidad del fósforo, y sobre la solubilidad y disponibilidad de otros elementos hacia las raíces de las plantas en el suelo, incluyendo hierro, manganeso, cobre, zinc y cantidades tóxicas de aluminio (Saif and Duniway, 1991).

Con respecto a la textura del suelo, se han encontrado porcentajes de infección por HMA más bajos en suelos arenosos, aunque algunas especies de *Gigaspora* se han visto favorecidas por esta condición, (Sánchez, 1999). Los suelos compactados reducen la fertilidad del suelo y la destrucción y distribución de las raíces de las plantas y de las hifas de las micorrizas arbusculares en la rizosfera (Saif and Duniway, 1991; Jeffries y Barea, 1999).

Los factores como la humedad, temperatura, luminosidad y aireación afectan directa o indirectamente los HMA a través del hospedero. Dada la naturaleza aeróbica de los micosimbiontes en ecosistemas terrestres, la presencia de extrema de humedad limita al establecimiento de la simbiosis y los efectos benéficos de esta asociación. La temperatura afecta a los HMA dependiendo de la especie y de la combinación hospedero-micosimbionte. La combinación luz y temperatura, en la medida que afecta la fotosíntesis del hospedero y por lo tanto la disponibilidad de carbohidratos, altera considerablemente el equilibrio de la micorriza arbuscular (Sánchez, 1999).

Los efectos de manejo agronómicos sobre las MA no han sido extensamente estudiados en el campo. Diferentes prácticas como la rotación de cultivos, cultivos asociados, intercalados, fertilización con residuos orgánicos

comportados, frescos, mulch, etc., pueden afectar positivamente la presencia de HMA nativos (Sánchez, 1999).

La temperatura tiene una influencia significativa en la colonización y esporulación. Bagyaraj, (1991), sostiene que la temperatura tiene una influencia significativa sobre la colonización y esporulación bajo condiciones de campo. La alta temperatura induce un incremento en la colonización de las raíces y en la esporulación. Se ha reportado que el máximo desarrollo de las micorrizas arbusculares se da cerca de los 30° C, mientras que la colonización micelial sobre la superficie de la raíz, ocurre entre los 28 y 34° C.

Según Azcón y Guerrero, (1996), la luz es un factor fundamental en la infección de las HMA. Los hongos MVA obtiene su recurso de carbono desde la planta hospedera y a partir de la fotosíntesis de ella y la traslocación de fotosintatos a la raíz, de esta manera, la luz puede afectar significativamente el desarrollo de las micorrizas. La luz afecta fuertemente el desarrollo de las micorrizas.

El sombreado no solo reduce la colonización y esporulación, sino también en la respuesta de la planta a la micorriza. El efecto de la luz sobre las micorrizas al parecer influye en la fotosensibilidad de la planta; un fotoperíodo de 12 horas o más, es importante para producir altos niveles de colonización en comparación con la intensidad de la luz solar (Bagyaraj, 1991).

Respecto al factor agua, las micorrizas arbusculares se encuentran en un amplio rango de suelos con contenidos de agua. La colonización se ha llevado a cabo en regiones áridas, en pantanos y también en plantas acuáticas flotantes y sumergidas. Se ha establecido que bajo condición de saturación, la concentración de oxígeno puede inhibir la germinación de la espora y la colonización de estas micorrizas (Corwell, *et al.*, 2001. Bagyaraj, 1991).

Estudios realizados han considerado que niveles excesivos de agua en el suelo reducen el crecimiento y la infección de las micorrizas arbusculares. Los suelos

mal drenados saturados por largos periodos decrece la infección, de igual forma bajos niveles de agua en el suelo, disminuye la infección, la estimulación del crecimiento en la planta y la producción de esporas (Saif y Duniwuay, 1991; Tang, *et al.*, 2001; Whetten & Anne, 1992).

Bonilla, (2000), encontró que existe relación inversa entre el número de esporas por gramo de suelo y el porcentaje de infección, dependiendo de la época del muestreo. En época seca cuando las plantas están bajo condiciones de estrés, el número de esporas ambientales juega un papel importante en la formación de unidades formadoras de infección. El déficit de agua estimula la producción de esporas, lo cual explica su mayor cantidad en la época seca del año.

Otro factor físico que afecta el funcionamiento de las micorrizas arbusculares, es la intensidad del pastoreo producido por animales herbívoros. Los autores encontraron que tres especies de pasto, sometidas a desfoliaciones, responden diferentemente con respecto a los cambios en la dinámica de micorrización. En ***Digitaria*** y ***Lolium*** la colonización disminuyó, pero la cantidad de hifas en el suelo no fue afectada. De otra parte ***Themeda***, quien es susceptible al pastoreo, no mantiene cantidades de hifas en el suelo después de la desfoliación (Jeffries y Barea, 1999).

En cuanto a los factores químicos como los nutrientes, algunos experimentos muestran que la adición de fósforo afecta la colonización de las raíces, sin embargo no se pueden hacer recomendaciones para niveles específicos de fósforos para producción de micorrizas (Saiff y Duniwuay, 1991), sostiene que el fósforo afecta la colonización de las micorrizas arbusculares en raíces. Diferentes formas de fósforo adicionados al suelo como: roca fosfórica, fosfatos orgánicos o solución de fósforo, tiene efectos diferentes sobre las micorrizas, probablemente a causas de las diferencias en la solubilidad de los fosfatos; altos niveles de fósforos en el suelo puede inhibir la infección y el crecimiento de la planta Tang, *et al.*, (2001), encontró que altos niveles de colonización de

MA en planta de los pantanos (*Typha angustifolia*) se debieron a la baja disponibilidad del fósforo en esos ecosistemas. Del mismo modo Manjunath, *et al.*, (1989), afirma que la colonización de raíces de *Leucaena* por micorrizas se incrementó significativamente por la aplicación de roca fosfórica. Las bajas tasas de aplicación producen un incremento en la colonización de *Leucaena* y otras leguminosas.

De otra parte, se ha demostrado que los fertilizantes con Nitrógeno tienen un efecto negativo en la población de micorrizas. Altos niveles de Nitrógeno, más en forma amoniacal que nítrica, pueden afectar negativamente el establecimiento de la MA, esto varía de un sitio a otro y está ligado con la disponibilidad de fósforo (Sánchez, 1999).

Micronutrientes como Manganeso y Zinc inhiben la germinación de las esporas de los HMA. Se ha encontrado que el Zinc y el Cobre inhiben la colonización en algunas plantas. Igualmente los hongos se ven realmente afectados por los pesticidas de diferentes clases. Sin embargo, se ha visto que se pueden recuperar después de algunos años (Bagyaraj, 1991; Dilip, *et al.*, 1991).

Según Mosse, (1991), en los suelos áridos y semi áridos el exceso de sales solubles es un problema especial; la salinidad causa desbalance nutricional para las plantas. Un exceso de Cloro puede interferir en la absorción de Nitratos y Fosfatos, una alta concentración de Sodio puede afectar la adquisición de Calcio y Magnesio. Las MA, pueden aliviar algunos efectos negativos de la salinidad.

En investigaciones llevadas a cabo en Brasil con el pasto *Brachiaria decumbens*, inoculados con la especie de HMA *Glomus etunicatum*, en suelos con diferentes niveles de Cloruro de Sodio, se encontró que el porcentaje de infección en raíces y el número de esporas en el suelo no fue afectado por el incremento en los niveles de cloruro de sodio aplicados al suelo (Mergulhao, *et al.*, 2001).

En otros estudios, McMillen, *et al.*, (1998), evaluando el efecto del cloruro de sodio sobre el porcentaje de colonización de ***Gigaspora decipiens*** dentro de las raíces de ***Trifolium resupinatum*** encontró que los incrementos en la concentración de cloruro de sodio en el suelo inhibe la distribución de la colonización después de iniciada, debido a que la concentración de este compuesto inhibe el crecimiento de la hifa e influye en el suministro de carbohidratos desde la planta hacia el hongo.

Con relación a la materia orgánica, este influye en la estructura del suelo, el pH, el perfil de nutrientes y la capacidad de retención de humedad del suelo, lo que puede hacer que actúen directa y/o indirectamente influenciando el desarrollo y la eficiencia de las MVA. Dilip, *et al.*, (1991) y Jeffries y Barea, (1999), afirman que la aplicación de fertilizantes orgánicos y materia orgánica (estiércol de bovino), incrementan la cantidad de micelios y la esporulación de MA en el suelo.

La presencia o ausencia de plantas obviamente juega un papel importante en la colonización y en la subsiguiente esporulación. Los HMVA no son siempre inefectivos en las especies de plantas, y ciertamente, varían en sus interacciones fisiológicas con diferentes plantas y así en sus efectos en el crecimiento de la planta (Dilip, *et al.*, 1991).

Se ha demostrado que periodos cortos de dormancia pueden evitar que se de la germinación de esporas inmediatamente después de la formación alrededor de la raíz. Por otro lado, los largos periodos de dormancia protegen las esporas de falsos periodos de germinación en la estación (Bagyaraj, 1991). Estos procesos que proceden la germinación de la espora han sido poco estudiados comparados con el desarrollo en sí. Un estudio demostró que el RNA no es detectable o esta presente en pocas cantidades en las esporas dormantes del hongo ***Gigaspora rosea***.

Dos microorganismos que colonizan la rizosfera, los HMVA ocupan una posición ecológica única, debido a que están parcialmente dentro y fuera del hospedero. La parte del hongo dentro de la raíz no encuentra competencia de otros microorganismos del suelo.

### 3.8 LAS MICORRIZAS Y ESPECIES DE PASTOS TROPICALES

Peroza, (2003), en estudios sobre la caracterización de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) y micorrizas vesículo arbusculares (HMVA), asociadas al pasto Angleton en el municipio de Tolú, Colombia, encontró que la densidad de esporas /100 gr. de suelo fue de 353 a 2176 con un promedio de 931.8 esporas el cual se puede considerar como bajo, mientras que los porcentajes de infección encontrados en raíces fueron de 19 a 76%, con un promedio de 41.28% considerado como un porcentaje medio. El autor reporta también el aislamiento de 25 morfotipos nativos de HMA distribuidos en los géneros ***Gigaspora albida***, ***Glomus occultum*** y ***Glomus etunicatum***.

Pérez, (2003), evaluando la eficiencia de micorrizas arbusculares asociados a la producción de forraje en el pasto colosuana en fincas ganaderas de Corozal, Colombia, encontró que la densidad de esporas/100gr. de suelo y el porcentaje de infección en raíces oscilaron de 900-7300 y 41-65 respectivamente. El autor reporta también el aislamiento de 31 morfotipos nativos de HMA distribuidos en los géneros de ***Glomus*** y ***Gigaspora***, predominando este último género.

Se ha estudiado la frecuencia e intensidad de infección de HMVA en gramíneas y leguminosas herbáceas y arbustivas en dos suelos en el estado de Ceara. Dentro de las 43 gramíneas relacionadas, además de otra que exhibieron elevada infección en solo uno de los suelos, se destacaron con los mayores porcentajes de infección micorrícica las ***Brachiaria ruzizensis***, ***B. brizantha*** y ***Digitaria decumbens*** (Almeida, 1985).

Por otra parte, en un trabajo realizado con *Brachiaria decumbens*, se encontró que el porcentaje de infección y el número de esporas de los géneros *Gigaspora* y *Glomus*, son mayores en la estación lluviosa, en Cerrado (Brasil). Iguales resultados encontró Saif, (1984), en los Llanos Orientales de Colombia en varias especies forrajeras. El mismo autor encontró que niveles altos en la aplicación de P tienden a reducir la infección por micorrizas mientras que niveles bajos lo estimulan (Miranda, 1981).

Trabajos sobre dependencia de micorrizas en 24 especies forrajeras tropicales, reportaron que *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha* fueron las mas dependientes, la menos dependiente fue el *Panicum maximum*. Los resultados indican que las gramíneas tropicales son iguales o más dependientes de las micorrizas que las leguminosas cuando crecen en suelos de baja fertilidad (CIAT, 1984).

En estudios realizados por Espitia y Martínez, (2003). sobre HMA asociado a los pastos Ángleton y Colosuana en los municipios de Tolú y Corozal, encontró un promedio de esporas/100gr. de suelo que oscilan entre 582-1448 y 735-1713 esporas y un porcentaje de infección en raíces que va de 35-50 y 50-75% en Ángleton y Colosuana respectivamente. El autor reporta que en Corozal encontró 444-2643 y 1160-6233 esporas/100gr. de suelo y de 68-82 y 45-76% de infección en raíces respectivamente.

Picone, (2000), encontró que el número de esporas de micorrizas arbusculares es igual o mayor que en pasturas que en suelos de bosques, los cuales fueron muy similares a un estudio realizado en el trópico, donde el número de esporas por /100gr. de suelo fue de 110-770 esporas, mientras que para pasturas fue de 830-2600 esporas. También afirma que la cantidad de especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares son similares para ambos ecosistemas, pero la riqueza de especies es mucho mayor en los bosques.

En otros experimentos, Ahn-Heum, *et al.*, (2001), afirma que las micorrizas incrementan la tolerancia de las plantas al pastoreo por animales herbívoros, por un incremento el suministro de nutrientes a las plantas huéspedes, los cuales estimulan el rebrote continuo de las pasturas después de las desfoliaciones hechas. El autor anterior encontró que la diversidad de especies de micorrizas arbusculares decrece con el pastoreo moderado y alto a través de los años. Los resultados encontrados sugieren que la desfoliación, por el pastoreo de animales herbívoros, altera fuertemente el desarrollo de las reservas de las plantas para estimular fuertemente el desarrollo de la simbiosis. los cambios en la composición de las especies de micorrizas y el decrecimiento en la diversidad con el pastoreo continuo, indica que la desfoliación provoca la alteración del micro ambiente del suelo y como consecuencia disminución en la diversidad, pero esto a la vez conduce a que ciertas especies de micorrizas puedan adaptarse a las condiciones de pastoreo.

Las experiencias más avanzadas en las regiones como Cuba y Brasil, ofrecen un claro panorama de las enormes perspectivas de aplicación de estos hongos. Otros países como Colombia, México y Costa Rica cuentan igualmente con comunidades de micorrizólogos en formación (Azcon y Guerrero, 1996).

Howeler, (1983), evaluó varias especies de hongos de MVA en ***Andropogon gayanus***, ***Brachiaria spp.***, ***Panicum maximun***, entre otras gramíneas y leguminosas, en un suelo oxisol deficiente, se reportó que los especies ***Glomus manihotis*** y ***Entrophospora colombiana*** eran las mas efectivas para una gama de cultivos y pastos y a una amplia variedad de niveles de N, P, K. A niveles bajo de P casi todas las especies de cultivos y pastos dependieron mucho de las micorrizas. Pero a niveles superiores de P en el suelo, varias leguminosas forrajeras dependieron más que las especies de gramíneas.

De otro lado, el estudio de las micorrizas contribuye a un mejor conocimiento sobre estructuras de ecosistemas naturales, relación suelo-vegetación, dinámica de nutrientes y procesos sucesionales de la vegetación. En América

Latina, diversas instituciones han adelantado en los últimos 15 años investigaciones que han hecho evidente el potencial que tiene el desarrollo de técnicas de manejo de las micorrizas para favorecer la productividad natural, y para reducir el costo de fertilizantes químicos y aprovechar de una manera equilibrada y sostenida del recurso suelo (Azcon y Guerrero, 1996).

Igualmente, en un estudio con 24 leguminosas y gramíneas forrajeras y tropicales, en condiciones de invernadero en un suelo oxisol estéril de bajo contenido de P, las plantas no micorrizogenas siempre contenían cantidad de elementos minerales en menor proporción que las plantas micorrizogenas. La absorción total de todos los elementos por leguminosas no micorrizogenas y la absorción de N, P y K por gramíneas no micorrizogenas tuvo una correlación inversa con la dependencia de micorrizas. Plantas inoculadas usaron cantidades de P del suelo significativamente mayores. La utilización de P en el suelo por plantas no micorrizogenas se correlacionó inversamente con la dependencia de micorrizas (Saif, 1984).

Al evaluar el efecto de la inoculación de pasturas ***Brachiaria decumbens*** y ***B. dictyoneura*** con micorrizas nativas e introducidas con o sin fertilización con respecto al suelo nativo (sin inoculación y sin fertilización), sobre el desarrollo, calidad nutricional y los contenidos de nutrientes en el tejido de las pasturas, número de esporas y porcentaje de colonización, los resultados indicaron una mayor eficiencia con las cepas nativas tanto naturales e inoculadas y sin fertilización con respecto a las micorrizas introducidas. En ***Brachiaria decumbens*** se encontró la mayor diversidad de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (81.8%), estas especies presentaron mayor afinidad con el genero ***Glomus*** (55.5%) (Salamanca, 1999).

Jehne, (1991), señala que en los estudios que se han venido realizando acerca de la influencia de las micorrizas arbusculares sobre la producción de materia seca y la composición química en especies forrajeras, se ha venido resaltando la acción de una serie de factores tales como: la especificidad, el porcentaje de

infección, época del año (lluviosa o seca), tipo de suelo, fertilización y la dependencia. Este autor sugiere la necesidad de seleccionar endomicorrizas que sean específicas a diferentes hospederos, suelos y fuentes de P para optimizar las respuestas de crecimiento obtenido y hacer posible la utilización de nichos particulares. La simple inoculación no garantiza una simbiosis efectiva.

### 3.9 LAS MICORRIZAS EN AMBIENTES SALINOS

En concordancia con Mosse, (1991), en los suelos áridos y semiáridos el exceso de sales solubles es un problema especial; la salinidad causa desbalance nutricional para las plantas. Un exceso de cloro puede interferir en la absorción de nitratos y fosfatos, una alta concentración de sodio puede afectar la adquisición de calcio y magnesio. Las M.A., pueden aliviar algunos efectos negativos de la salinidad.

Según Mergulhao, *et al.*, (2001), en investigaciones llevadas a cabo en Brasil con el pasto ***Brachiaria decumbens***, inoculado con la especie ***Glomus etunicatum***, en suelos con diferentes niveles de cloruro de sodio, encontró que el porcentaje de infecciones en raíces en esta especie de pasto y el número de esporas en el suelo no fue afectado por incrementos en los niveles de cloruro de sodio aplicados al suelo.

De acuerdo a McMillen, *et al.*, (1998), en investigación realizada en Australia, evaluando el efecto del cloruro de sodio sobre el porcentaje de colonización de ***Gigaspora decipiens*** dentro de las raíces de ***Trifolium resupinatum*** encontraron que los incrementos en la concentración de cloruro de sodio en el suelo inhibe la distribución de la colonización después de iniciada, debido a que la concentración de este compuesto inhibe el crecimiento de la hifa e influye en el suministro de carbohidratos desde la planta hacia el hongo.

### 3.10 FERTILIZACIÓN O ABONAMIENTO

Se puede definir fertilización ecológica como las técnicas que se emplean para nutrir tanto a la planta como al suelo que la sustenta, para mantener y fomentar la fertilidad de este conjunto (Chaus, 2007).

En la actualidad se sabe que los 16 elementos químicos conocidos como necesarios para el desarrollo de las plantas, de los cuales 13 son nutrientes derivados del suelo, debido a que normalmente son tomados por las plantas a través de sus raíces. Al extraer las plantas los elementos nutritivos del suelo, hacen que este pierda o disminuya su riqueza nutritiva, esto hace necesaria la reposición o abonamiento (Grepe y López, 2001). En general hay cuatro distintas formas de proporcionar nutrientes a las plantas:

- A. Estiércol, residuos vegetales, desperdicios de origen animal, que proporcionan materia orgánica.
- B. Fertilizantes comerciales, incluyendo fertilizantes químicos y orgánicos.
- C. Abonos verdes, plantas que se siembran con el único fin de ser enterradas.
- D. Mejoradores, tales como la cal y el yeso que se usan generalmente para corregir altos grados de acidez.

La composta del estiércol tiene casi todos los nutrientes que necesita una planta; además, un terreno abonado con materia orgánica mejora la textura del suelo (Grepe y López, 2001).

Sobre la importancia de los nutrientes principales: N, P, K, actualmente no existen más dudas. La importancia de los elementos secundarios (Mg, S, Ca) y micro y oligoelementos (B, Zn, Mn, Fe, Cl, Cu, Mo) es una parte aun discutida, pero con la intensificación de la explotación agropecuaria y con el cambio en las costumbres de la fertilización, el interés por estos nutrientes adquiere cada vez mayor trascendencia (Grepe y López, 2001).

### **3.10.1 Fertilización química o inorgánica.**

Consiste en la aplicación de abonos químicos o inorgánicos, que son aquellos productos obtenidos mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial, los cuales poseen cantidades variables de uno o más elementos esenciales primarios. Así, podemos distinguir dos tipos de fertilizantes químicos: los fertilizantes simples que son aquellos que sólo contienen uno de los tres elementos principales: nitrógeno, fósforo y potasio; por el contrario, aquellos productos que tienen más de uno de dichos elementos se denominan fertilizantes compuestos.

### **3.10.2 Fertilización orgánica**

Consiste en la aplicación de abonos orgánicos que son derivados de productos vegetales y animales, que contienen unas cantidades mínimas de algunos de los elementos principales esenciales (Domínguez, 1989).

Entre los abonos orgánicos que se aplican con más frecuencia a los suelos tenemos:

### **3.10.3 Estiércoles**

Comprende las deyecciones de los animales; son de composición muy variable, como puede verse en el Cuadro 2, así como también es variable su facilidad de descomposición, dependiendo del origen del estiércol, de su contenido de humedad y de los pretratamientos que se le hagan.

En general, son de baja relación C/N, lo que implica una alta mineralización y poca humificación, es decir, poco aporte de materia orgánica al suelo y suministro rápido de nutrientes al mismo (Jaramillo, 2002).

Cuadro 2. Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (como porcentaje de la materia seca).

Nutriente	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Gallinas
Materia orgánica (%)	48,9	45,3	52,8	63,9	54,1
Nitrógeno total (%)	1,27	1,36	1,55	1,94	2,38
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %)	0,81	1,98	2,92	1,82	3,86
Potasio (K <sub>2</sub> O, %)	0,84	0,66	0,74	0,95	1,39
Calcio (CaO, %)	2,03	2,72	3,2	2,36	3,63
Magnesio (MgO, %)	0,51	0,65	0,57	0,45	0,77

Fuente: Aso y Bustos, 1991. Citado por Sosa, 2005.

El empleo eficiente de los residuos animales como abonos puede ser una práctica de manejo agronómica y económicamente viable para la producción sustentable en agroecosistemas mixtos. En el caso específico de los estiércoles de diferentes ganados, su incorporación al suelo permite llevar a cabo un reciclado de nutrientes. Los mismos son removidos desde el complejo suelo-planta a través de la alimentación de los animales y pueden retornar parcialmente a ese medio en forma de abonadura.

En correspondencia con el beneficio que producen sobre la fracción orgánica, se ha demostrado que el estercolado es capaz de actuar positivamente sobre la condición física de las tierras. Así, se han logrado importantes disminuciones de la densidad aparente, aumentos de la porosidad total, de la macroporosidad y de la estabilidad estructural y mejoras en la capacidad de almacenaje de agua del suelo, mediante la incorporación al suelo de variados tipos de estiércoles (Sosa, 2005).

Para obtener este producto, se mezclan materiales que pueden ser estiércoles, aserrín, restos de cosecha, basuras, etc. y se someten a un proceso de descomposición aeróbica, en la cual, la principal transformación la sufren los carbohidratos y las proteínas. Algunos beneficios que ofrece este material, principalmente es su estabilidad biológica, reduce las características fitotóxicas de los residuos utilizados, y reduce notablemente el contenido de patógenos en los desechos tratados, mientras que algunas desventajas que produce dicho material es la pérdida de nutrientes en la etapa inicial de la oxidación y la

presencia de malos olores si no hay una buena aireación, debido a la fermentación de los materiales en la pila (Jaramillo, 2002).

#### **3.10.4 Compost o compostaje**

Abono orgánico elaborado a partir de material biodegradable, es el resultado de la transformación del material vegetal o animal de origen orgánico en humus, mediante un proceso donde actúan microorganismos, y factores climatológicos y ambientales como el sol, agua y aire. Comparada con la descomposición no controlada del material orgánico, esta descomposición ocurre más rápido, llega a temperaturas más altas y resulta en un producto de mejor calidad (Camacho, 2006).

#### **Propósito**

El compost tiene el propósito de:

- Transformar materiales orgánicos en sustancias de humus, las cuales son relativamente resistentes a la descomposición microbial.
- Ayudar a mantener y aumentar el contenido de la materia orgánica en los suelos, mejorando la estructura del suelo fundamentalmente las características físicas, químicas y biológicas.
- Proveer de nutrientes y de micro nutrientes al suelo, que en proporciones adecuadas son utilizados por las plantas.
- Mejorar la disponibilidad de los nutrientes en los suelos ácidos, debido a que tiene un pH neutro.

#### **Condiciones donde puede utilizarse la práctica**

Se utiliza el compost para mejorar suelos pobres en nutrientes y en materia orgánica, con pH ácidos y con poca retención de humedad. Es una de las mejores enmiendas que al incorporarla al suelo, favorece la aireación, mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de humedad, compensa el pH, disminuye o neutraliza los efectos de elementos metálicos como el aluminio, el manganeso y el hierro y aumenta la capacidad de intercambio de cationes y la presencia de microorganismos eficientes (Camacho, 2006).

Se recomienda utilizar en cultivos con buen retorno económico y para la producción orgánica. En fincas pequeñas puede ser manejado fácilmente.

### **Establecimiento**

Al elaborar compost se deben considerar la relación carbono-nitrógeno. Los materiales ricos en nitrógeno (baja relación C/N) no contribuyen a una buena estructura y por lo tanto a una buena aireación si se compostean por separado. Los materiales que tienen una buena estructura tienen usualmente un alto contenido de carbono y no suministran suficiente nitrógenos para que las bacterias puedan alimentarse. La mezcla de diferentes materiales contribuye a obtener una composición balanceada de nutrientes y una estructura que permita una aireación adecuada (Camacho, 2006).

### **3.10.5 Lombricompost**

El lombricompost es la transformación de subproductos orgánicos, sobre todo de estiércoles de animales, en abono orgánico, como resultado de la actividad de un tipo de lombrices de tierra. Los desechos vegetales son transformados en excremento de lombriz, proceso que puede llegar a ser más rápido que el compostaje ordinario. Los excrementos de las lombrices son partículas de suelo fijadas fuertemente a la materia orgánica, ellos poseen un alto contenido de nutrientes, una buena retención de agua y en adición tienen el efecto de promover el crecimiento de las plantas.

Se define la lombricultura como las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices. Las lombrices de tierra son muy eficientes transformando la biomasa muerta como hojas en un excelente humus (Camacho, 2006).

### **Propósito**

El lombricompost tiene los siguientes propósitos según las propiedades que posee:

**Según sus propiedades químicas:**

- Incrementar la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, fundamentalmente Nitrógeno.
- Incrementar la eficiencia de la fertilización, particularmente Nitrógeno
- Estabilizar la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón
- Inactivar los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción
- Inhibir el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

**Según sus propiedades físicas:**

- Mejorar la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y mejorar su porosidad.
- Mejorar la permeabilidad y ventilación.
- Reducir la erosión del suelo
- Incrementar la capacidad de retención de humedad
- Como confiere un color oscuro en el suelo, ayuda a la retención de energía calorífica.

**Según propiedades biológicas:**

- El lombrihumus es fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana (Camacho, 2006).

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 MACROLOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El departamento de Sucre (ver figura 5), está situado al noreste de Colombia ubicado en la llanura del Caribe, comprendido entre los departamentos de Bolívar, Antioquia, Córdoba y el mar Caribe. Geográficamente limita al norte  $10^{\circ} 9'$  de latitud situado entre el municipio de Pueblo Nuevo y Caño Sangre Toro; al sur  $8^{\circ} 17'$  de latitud norte en la concurrencia de límites de este departamento, con Antioquia y Córdoba; al este  $74^{\circ} 33'$  longitud oeste de Greenwich en la vuelta del río Cauca situado al oriente de la población de Guaranda y al oeste  $75^{\circ} 42'$  longitud oeste de Greenwich en la punta de San Bernardo en el Departamento de Córdoba, (Gobernación de Sucre, 2005).

**Figura #. 5** Mapa del Departamento de Sucre.



Sucre cuenta con una extensión de  $10.523/\text{Km}^2$  distribuidos en 26 municipios, posee clima cálido con una temperatura promedio de  $28^{\circ} \text{C}$ , el clima se

clasifica como clima de bosque tropical (b-T), (Holdridge, 1967), clima de sabana xerófita y clima de sabana tropical. Se distinguen dos épocas pluviales, una de sequía (diciembre hasta abril) y otra de lluvia (mayo a noviembre).

Según el Plan de Ordenamiento Territorial, (2000), del municipio de Santiago Tolú que hace parte de la llanura costera aluvial o del Golfo de Morrosquillo, se encuentra ubicado al Noreste del departamento de Sucre, tiene una extensión de 35.750 Has, y 45 Km. de costa, ubicado a una altura que oscila entre los 0 y 10 metros sobre el nivel del mar, la formación vegetal corresponde a bosque seco tropical (b-sT) (Holdridge, 1967), se encuentra en clima calido seco, los materiales que conforman los suelos están constituidos por sedimentos aluviales, marinos o combinaciones de los dos. En algunos sectores hay sedimentos orgánicos. El municipio de Santiago de Tolú tiene una precipitación promedio anual de 900 a 1200 mm. La estación lluviosa va desde finales de abril hasta finales de noviembre, con algunas disminuciones sustanciales entre junio y agosto, denominado el veranillo de San Juan; la época seca tiene una duración aproximada de cinco meses (diciembre – abril) presentándose los vientos mas fuertes con predominio de las direcciones de norte al noreste.

#### **4.1.1 Microlocalización del área de estudio.**

La investigación se llevó a cabo en la Hacienda Casanare; ubicada en el corregimiento la Pita, Municipio de Tolú, subregión Golfo de Morrosquillo, Departamento de Sucre, la cual cuenta con un paisaje de planicie con un tipo de relieve de llanura fluvio-marina es una extensión plana con desnivelaciones pequeñas y pendientes suaves. La empresa esta dedicada a la actividad ganadera, cuyo bien final es la producción de leche y carne, además cuenta con las instalaciones requeridas para la realización de esta investigación.

Según Holdridge (1967), la zona de vida es Bosque Seco Tropical (bs-T), con temperatura promedio de 28° C, precipitación promedio anual de 1455 mm, con suelos en su gran mayoría de textura Arcillo–Arenoso, y con una topografía plana.

## **4.2 Ubicación y reconocimiento de las parcelas y establecimiento del diseño experimental.**

Este ensayo se realizó en dos fases: una fase de campo y una fase de laboratorio, la cual describiremos a continuación:

### **5.2.1 Fase de campo**

Al iniciar la investigación se realizó un reconocimiento total de la finca Casanare para seleccionar el área de estudio, se tomó un lote de 1224 m<sup>2</sup>, en la cual existe un cultivo establecido con pasto Ángleton, en condiciones de suelo homogéneas, pertenecientes a un lote de más o menos 30 hectáreas sembradas con este pasto, una vez localizada el área se realizó el respectivo trazado de las parcelas, obedeciendo los parámetros del diseño experimental (Diseño completamente al azar) con cuatro tratamientos y un testigo con tres repeticiones cada uno, se tomaron parcelas de 5 m\*10 m, para un área total de 50 m<sup>2</sup>, con calles de 1.5 m de ancho entre cada una de las parcelas (ver figura 6), las cuales fueron marcadas con su respectivo tratamiento, repetición y su número correspondiente.

## **4.3 Tratamientos.**

Los tratamientos estudiados fueron cinco, así:

**Tratamiento cero (T<sub>0</sub>):** en este no se realizó ninguna aplicación de fertilizantes o ningún abonamiento, es decir representó la pradera tal como se explota actualmente, sirvió de control (testigo), el cual se tomó como referencia para el análisis final de los datos.

**Tratamiento uno (T<sub>1</sub>):** este tratamiento consistió en la aplicación de fertilizantes químicos (DAP + Urea); para determinar la cantidad de aplicación se tuvo en cuenta los resultados del análisis de suelos.

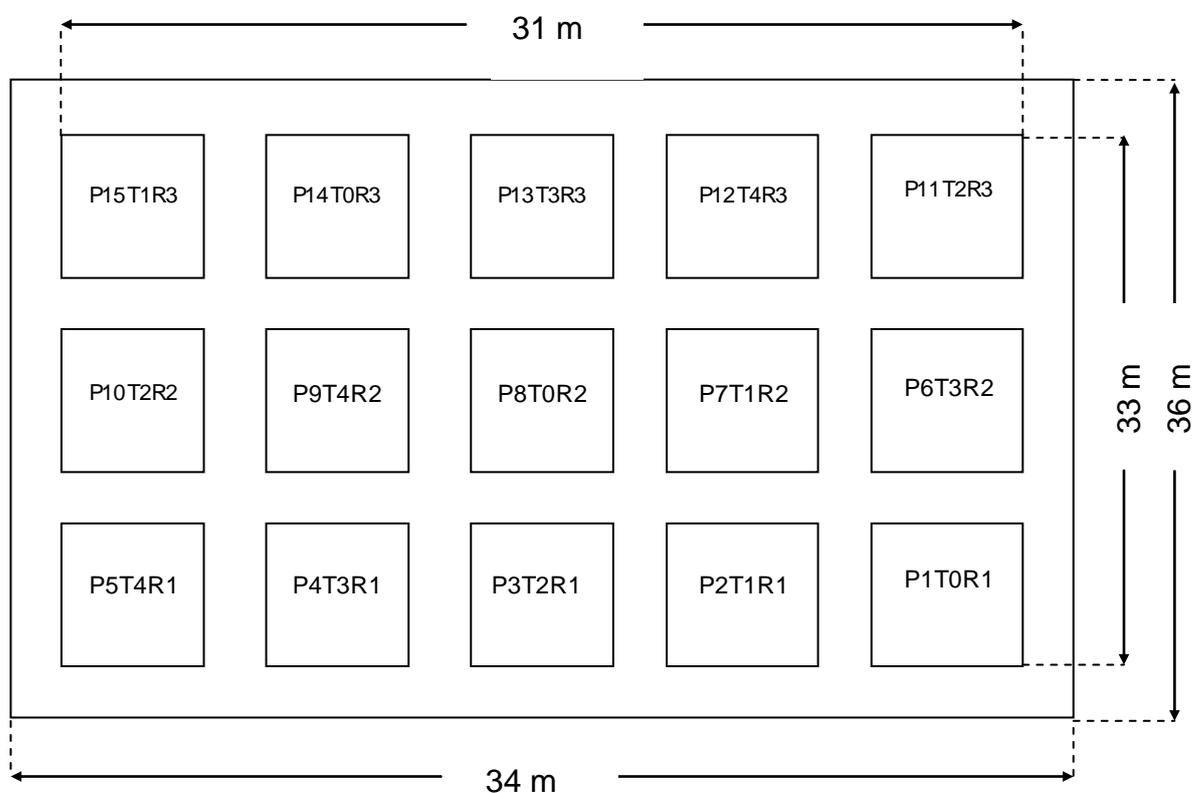
**Tratamiento dos (T<sub>2</sub>):** para este tratamiento se aplicó una mezcla de fertilizantes químicos industriales + Abono Orgánico. (DAP + Urea + Abono compostado Orgánico, de hecho en dosis proporcionales a la combinación y a

los requerimientos del cultivo y las condiciones del suelo, con base en los resultados de los análisis del laboratorio).

**Tratamiento tres (T<sub>3</sub>):** este consistió en la aplicación de abono orgánico compostado (lombricompost).

**Tratamiento cuatro (T<sub>4</sub>):** en este tratamiento estuvo compuesto por la aplicación de un bioabono, utilizándose la bovinaza fresca. Para la elaboración de se tomaron 5 litros de agua por cada kilo de bovinaza, posterior a esto se realizó un periodo de agitación y reposo con una duración de tres horas aproximadas, luego de este proceso el producto se aplicó en las parcelas correspondientes.

**FIGURA N°.6 DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES**



#### **4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.**

Dada la homogeneidad del lote, el análisis estadístico se hizo bajo un diseño completamente al azar, en el que los tratamientos fueron asignados a las parcelas, con tres repeticiones para un total de 15 parcelas. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANAVA), utilizando el programa stargraphics 5.1 y una prueba de comparación de promedios a un nivel del 5% (TUKEY).

La densidad de esporas y el porcentaje de colonización se compararon con los resultados de los análisis físico – químicos de suelo del área de estudio.

#### **4.5 METODOS DE MUESTREO.**

Una vez trazadas las parcelas procedimos con el ensayo, donde se realizaron cuatro muestreos, dos al inicio del proyecto, un tercer muestreo que se realizó a los 90 días del estudio y un cuarto muestreo al final, con un periodo de total del ensayo de 180 días, con cuatro abonamientos; los muestreos se realizaron de la siguiente manera:

##### **4.5.1 MUESTREO N° 1:**

Se tomó un número de 10 submuestras de suelo rizosférico a una profundidad de 0 – 20 cm., con un peso de 2 Kg. las cuales fueron empacadas en bolsas esterilizadas y rotuladas con la fecha, el número de la parcela, tratamiento y repetición; estas muestras fueron llevadas al laboratorio de Aguas y Suelos de la Universidad de Sucre, para la realización del análisis físico-químico del suelo, con este análisis se calcularon las distintas cantidades de abono que se aplicaron en cada parcela durante todo el ensayo. (Ver anexo F.)

Los tratamientos se replicaron tres veces para el respectivo análisis estadístico, y así lograr representatividad en el área y en zonas con similares condiciones.

##### **4.5.2 MUESTREO N° 2:**

En este muestreo se recolectaron 3 muestras aleatoriamente en el área de estudio, (suelo rizosférico), a una profundidad de 0-20 cm., esta muestra fue

tomada como testigo por no tener tratamiento alguno; las muestras fueron empacadas en bolsas plásticas esterilizadas, rotuladas con la fecha, número de la parcela y respectivo tratamiento. Una vez terminado el muestreo se realizó el primer abonamiento del estudio.

#### **4.5.3 MUESTREO N° 3:**

Para la realización de este muestreo se tomó una muestra a cada una de las parcelas para un total de 15 muestras de suelo rizosférico, para la toma de estas muestras ya se le había aplicado dos fases de abonamiento; las muestras se empacaron y rotularon con la fecha de procesamiento, número del muestreo, parcela, tratamiento y repetición.

#### **4.5.4 MUESTREO N° 4:**

Para el cuarto muestreo se realizó la misma metodología de recolección e identificación de las muestras que en el muestreo número tres. Este muestreo se realizó al final de la investigación y se habían aplicado un total de cuatro abonamientos.

Posteriormente a la toma de las muestras recolectadas en campo, se llevaron al laboratorio de microbiología de la Universidad de Sucre, para su análisis, donde se trabajó la siguiente metodología:

#### **4.6 ETAPAS DE LABORATORIO:**

Este procedimiento se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Sucre, siguiendo la metodología descrita a continuación:

- **Tamizado:** las muestras de suelo provenientes de las parcelas fueron tamizadas para separar partes gruesas de suelos (piedras, cascajos) y raíces.
- **Aislamiento de esporas:** una vez realizado el tamizado de cada muestra se procedió al aislamiento de esporas mediante la técnica propuesta por

Sieverding (1984). De cada muestra se tomaron 100 gr. de suelo, se depositaron en un beaker al cual se agregaron entre 200 a 300 ml de agua, se agitó por 30 minutos, posteriormente se pasaron por un juego de tamiz de 180  $\mu\text{m}$ , 150 $\mu\text{m}$  y 38 $\mu\text{m}$ . El contenido de los tamices 38 y 150  $\mu\text{m}$  se lavaron tres veces y se pasaron a los tubos de la centrífuga, a la cual se le agregó con una jeringa al fondo del tubo 25 ml de solución de azúcar al 50%. Cada tubo fue equilibrado con ayuda de una balanza y seguidamente se centrifugó a 3500 rpm durante 5 minutos. Los contenidos de los tubos de la centrífuga se pasaron por el tamiz 38  $\mu\text{m}$ , se lavaron las esporas varias veces con agua corriente y se pasaron a tubos de ensayo graduados en volumen, los cuales se rotularon con un número que identifica el tratamiento, la fecha de procesamiento y finalmente se guardaron en nevera para su posterior utilización.

- **Conteo de esporas:** De cada muestra procesada por la técnica anterior y teniendo en cuenta lo indicado por Schenck y Pérez, (1990), se tomaron 2 ml de cada una de ellas, se depositaron en una cámara cuenta nematodos y se realizó su conteo respectivo. Cada conteo se hizo tres veces para obtener un estimativo del número total de esporas en 100 gr. de suelo por muestra.
  
- **Separación de morfotipos:** Los contenidos de la cámara después del conteo respectivo, se recolectaron en una caja de Petri, se observaron al estereoscopio y con ayuda de una aguja de disección se reunieron los morfotipos teniendo en consideración la similitud en forma, color y tamaño de las esporas. Con la ayuda de una micropipeta se extrajeron las esporas, se depositaron en tubos de ensayo con agua estéril. Estos tubos se rotularon con el respectivo tratamiento y fecha, de donde fue recolectada y las características de cada morfotipo encontrado, finalmente se guardaron en nevera para su posterior utilización.

- **Identificación de géneros:** Cada uno de los morfotipos aislados se depositaron en cajas de Petri, se observaron al estereoscopio para verificar sus características y eliminar esporas de otros morfotipos y partículas contaminantes, las cuales se retiraron con ayuda de una aguja de disección. Una vez limpias las esporas se procedió a la preparación de láminas, que consistió en colocar una gota de alcohol polivinílico, sobre el cual se colocaron entre 50 y 100 esporas por muestras, fueron cubiertas con laminillas y se procedió a la observación microscópica para su identificación a nivel de género y/o especie. Para la clasificación a nivel de especies se usaron las claves propuestas por Schenck y Pérez, (1991).
  
- **Porcentaje de infección:** Para determinar el porcentaje de infección de cada muestra, se utilizaron raíces de 1 cm. de longitud aproximadamente, se depositaron en un frasco boca ancha estéril, se lavaron varias veces con agua y se procedió a su respectiva tinción, utilizando la técnica propuesta por Sieverding, (1984). Esta técnica consistió en añadir a las raíces solución de KOH al 10% durante 24 horas, se lavaron para eliminar el exceso de reactivo, se les agregaron HCl al 1% por un tiempo de 15 a 30 minutos, se lavaron las raíces con agua estéril y finalmente, se le agregó azul de tripan al 0.1% en lactofenol. Las raíces coloreadas por esta técnica, en un número de 10 a 15, se colocaron paralelamente sobre láminas, se taparon con un cubreobjetos y se observaron al microscopio en objetivo de 40x, realizando el conteo en 100 campos ordenadamente. En cada campo se observó y se contó el número de campos negativos y positivos. Cuando el campo dió positivo se determinó el tipo de estructura presente como arbusculo, vesículas, hifas y esporas. Para determinar el porcentaje de colonización de cada muestra, se utilizó la siguiente formula, propuesta por Sieverding, (1984):

$$\% \text{ de colonización} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de campos infectados}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de campos observados ((+) + (-))}} \times 100$$

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

Según la caracterización química de los suelos y teniendo en cuenta los análisis físico-químicos de las muestras de estudio se encontró que presenta un rango de pH de ligeramente ácido a fuertemente ácido. El porcentaje de P es de moderado a un valor alto pero no excesivo, el contenido de materia orgánica esta deficiente a moderado (1.12-2.98%), los valores de Ca, Mg y K son de abundante a excesivo, el contenido de Na es excesivo a valor muy alto, la textura es de franco a franco arcillosa (ver ANEXO. C). La especie de pasto mas predominante es Ángleton (*Dichanthium aristatum*), que se caracteriza por permanecer relativamente verde en suelos con buena retención de humedad y aguantar la sequía de 3-4 meses, alta producción de semillas, no perjudicarle los suelos salinos y tolerar muy bien las inundaciones.

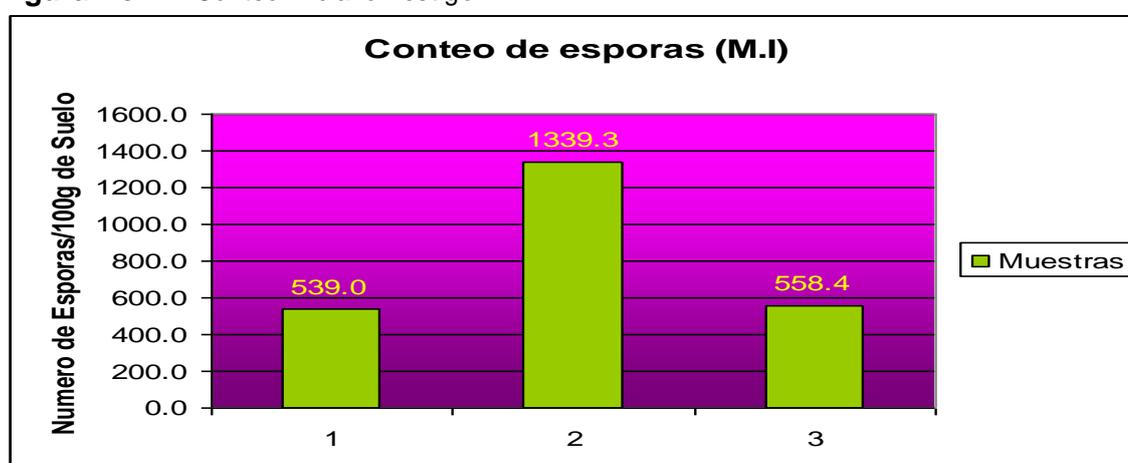
### 5.2. DENSIDAD DE ESPORAS.

Los HMA Y HMVA son organismos que su desarrollo se ve afectado por múltiples factores como lo son los parámetros físico-químicos del suelo (pH, fósforo, materia orgánica, densidad aparente, etc.), climáticos (temperatura, pluviosidad etc.), tratamientos agronómicos y por el uso del suelo (pastoreo, agrícola); por tal motivo estos hongos se deben estudiar específicamente para determinar cual de estos parámetros afecta o no su desarrollo y así poder determinar una estrategia para implementarla como una tecnología aplicada a la productividad del campo.

**Cuadro N° 3. Conteo de esporas de la muestra dos.**

Conteo	M1	M2	M3
1	457.25	1852.5	631.4
2	648	1170	462.3
3	511.75	995.5	581.4
<b>Promedios</b>	<b>539</b>	<b>1339.33</b>	<b>558.3</b>
<b>Prom. General</b>	<b>812.2</b>		

**Figura No. 7** Conteo Inicial o Testigo



En el muestreo inicial no se realizó ningún tipo de abonamiento, las muestras se tomaron como referencia para observar el número de esporas existentes en el suelo antes de cualquier abonamiento. Los resultados obtenidos muestran un número promedio de 812.2 esporas/100 gr. de suelo, en este muestreo se presentó un rango de oscilación de 539-1339.3 esporas/100gr de suelo (Ver cuadro 3). Esta fluctuación se debe probablemente a que las condiciones del suelo y el cultivo se encontraban en un proceso de recuperación de un pastoreo intensivo por parte del ganado vacuno.

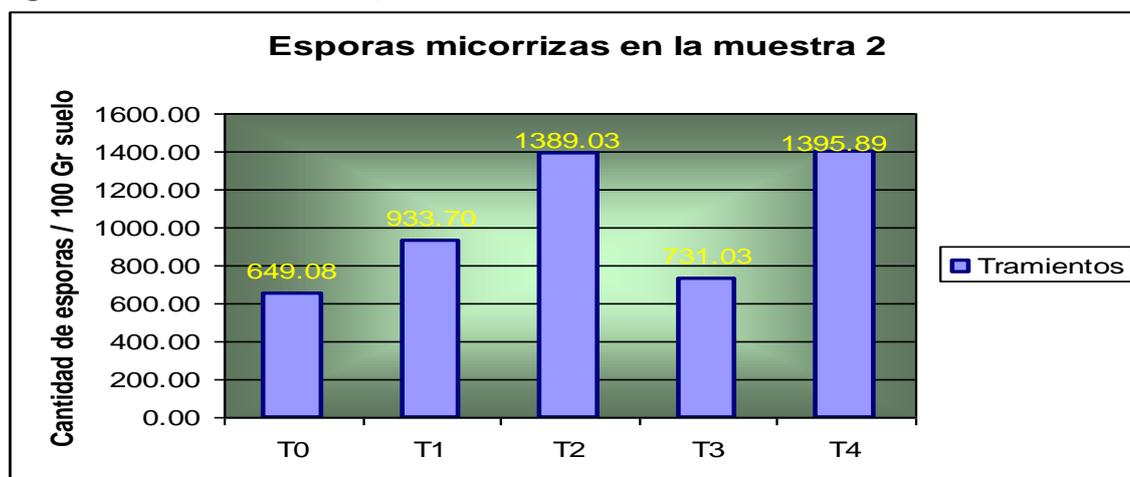
Jeffries y Barea, (1999.), afirma que otro factor físico que afecta el funcionamiento de las micorrizas arbusculares, es la intensidad del pastoreo producido por animales herbívoros. Los autores encontraron que tres especies de pasto, sometidas a desfoliaciones, responden diferentemente con respecto a los cambios en la dinámica de micorrización. En *Digitaria* y *Lolium* la

colonización disminuyo, pero la cantidad de hifas en el suelo no fue afectada. De otra parte *Themeda*, quien es susceptible al pastoreo, no mantiene cantidades de hifas en el suelo después de la desfoliación.

**Cuadro Nº 4** Conteo de esporas de las muestras 3.

Muestreo / Tratamientos	3
T0	649.08
T1	933.70
T2	1389.03
T3	731.03
T4	1395.89

**Figura No.8** Conteo de Esporas Muestra 3



Con respecto al muestro dos se presentó que el T4, en el cual se aplicó abono foliar (estiércol bovino fresco diluido con agua), fue donde se obtuvo el mayor numero de esporas por 100 gr. de suelo (1395.89), seguido del tratamiento T2 con 1389.03 esporas/100gr de suelo (ver cuadro 4). Por el contrario el que menor valor presento fue el T0 con un promedio de 649.08 esporas/100gr de suelo, ya que no se le aplicó ningún tipo de abono. Además se presentó un rango que va desde 449-1867 esporas, (ver ANEXO. E). En T4 se presentó el

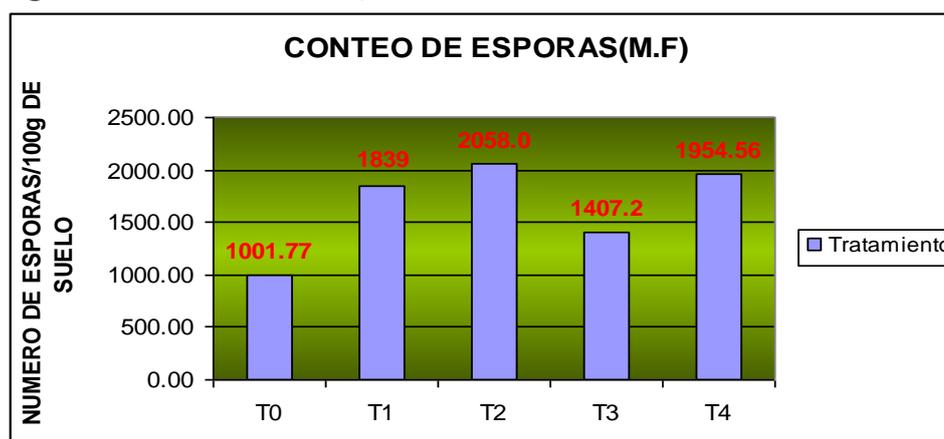
menor valor de pH (5.57) (ver ANEXO C), con relación a los demás, en cambio en T2 se presentó el mejor valor de materia orgánica (2.47). Esto se puede explicar debido a que los fertilizantes orgánicos como el abono foliar y el lombricompost presentan un aporte adicional de M.O influyendo en la estructura del suelo, pH, perfil de nutrientes y capacidad de retención de agua en el suelo, lo que favorece de forma directa o indirecta el desarrollo y la eficiencia de las M.A.

Dilip, et al., (1991) y Jeffries y Barea, (1999), afirman que la aplicación de fertilizantes orgánicos y materia orgánica (estiércol bovino), incrementan la cantidad de micelios y la esporulación de MVA en el suelo.

**Cuadro Nº 5** Conteo de esporas de las muestras 4.

Muestreo	4
Tratamientos	
T0	1001.77
T1	1839.00
T2	2058.02
T3	1407.19
T4	1954.56

**Figura No.9** Conteo de Esporas Muestra Final.



En la figura No. 9, se puede ver el tratamiento que obtuvo mayor densidad de esporas por 100/gr. de suelo, fue el tratamiento T2, (2058.02 esporas/100gr de suelo), aplicándose como abono fertilizante químico (DAP+UREA) mas abono

orgánico (Lombricompost), seguido del tratamiento T4 (1954.56) que estuvo compuesto por fertilizante líquido (abono foliar), estos datos corresponden a la última fecha del ensayo. Además se presentó un rango en el número de esporas por 100/gr. de suelo que oscila entre 898.5-3682.9 esporas (ver ANEXO. E). Estos resultados son posiblemente a que la aplicación de fertilizantes químicos ayuda a disminuir el pH (5.87) (ver ANEXO C) del suelo lo que contribuye a una mayor esporulación de hongos formadores de micorrizas. Estos resultados son similares a lo reportado por Sánchez, (1999). Y Schenck, (1991), el cual sostiene que para la producción de hongos micorrizicos se requiere un pH en el rango de 4.5 a 5.5. Además se puede explicar que el T4 presentó ese rango posiblemente por una mediana disponibilidad de materia orgánica.

Durante toda la fase experimental la tendencia fue a aumentar el número de esporas/100gr de suelo predominando los tratamientos T4 y T2. Esto probablemente debido a que la aplicación de fertilizantes tanto químicos como orgánicos genera una serie de cambios en la composición físico – químico del suelo que estimula la esporulación de micorrizas.

El mejor tratamiento durante todo el estudio fue el T2 presentando un aumento total del 60.53%, esto posiblemente por el bajo valor de materia orgánica que al final del estudio presentó (1.91%), acompañado de un pH de 5.87 (Ver ANEXO C), lo que posiblemente hace que la planta tenga una mayor dependencia de los hongos para la extracción de nutrientes.

Además en todo el tiempo del ensayo se encontró que el número de esporas/100gr. de suelo bajo diferentes fuentes de abonamiento, presentó un promedio de 1280.87 esporas, con unos rangos que oscilaron de 449 a 3682.9 esporas. Estos resultados son concordantes por lo reportados por Peroza, (2003). En estudios realizados con este mismo pasto donde encontró un promedio de 931.8 esporas /100gr. de suelo y un rango de 353 a 2176 esporas.

Los resultados que arrojó el análisis estadístico en el muestreo número dos con relación al número de esporas /100 gr. de suelo fue el siguiente; se presentó diferencia significativa  $<0.05\%$  entre las medias de los tratamientos. El que mejor se portó en términos de número de esporas/100gr. de suelo fue el T4 con un promedio de 1395.89, mientras que el valor más bajo lo presentó el tratamiento T0 con un promedio de 567.14. Además se presentó diferencia estadística entre los tratamientos ya que se aplicó la prueba de contrastes múltiple de rango (Tukey), dando como resultado una diferencia estadística significativa entre los tratamientos T0 vs T2, T0 vs T4, T2 vs T3, y T3 vs T4, con un nivel de confianza  $< 0.05\%$ .

Para el muestreo número tres con respecto al número de esporas/100g de suelo el procedimiento que se aplicó fue un análisis de varianza simple, en este análisis se presentó un rango de medias con un valor máximo y uno mínimo en los tratamientos T2 (2058.02) y T0 (1001.77) respectivamente. En este análisis se presentó diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los conteos con un nivel de confianza del 95%. Para determinar que medias son significativamente diferentes una de otras, se aplicó un tests de rangos múltiples, dando como resultado diferencia estadística entre el tratamiento T0 vs T2 y en T0 vs T4, con un nivel de confianza del 95% (ANEXO. D).

### **5.3. PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN.**

De acuerdo con los resultados del cuadro (6). el porcentaje de colonización en raíces del pasto angleton (*Dichanthium aristatum*), presentó una tendencia constante, donde el primer muestreo dió como resultado un porcentaje de infección promedio del 43.36%. Posteriormente en el muestreo número dos se presentó un valor promedio máximo en el T0 del 62.46%, presentándose que la estructura que más se observó fueron hifas, seguida de esporas y vesículas (ANEXO. A); en cambio el valor mínimo es de 41.09% en el T3, y en la fecha final se obtuvo un valor promedio máximo de 55.80% en el T1 y un valor mínimo del 46.26% en el T4. Estos valores son similar a los reportado por

Peroza, (2003), sobre micorrizas en el pasto angleton (*Dichanthium aristatum*), en el municipio de Tolú donde encontró que los porcentajes de infección en raíces fueron de 19 a 76%, con un promedio de 41.28% considerado como un porcentaje medio.

También concuerdan con los resultados reportados por Espitia y Martínez, (2003), donde encontró un porcentaje de infección en raíces del pasto Angleton de 35-50% en el municipio de Tolú, Colombia.

**Cuadro N° 6 Porcentaje de colonización en raíces en los diferentes muestreos.**

Tratamientos	% de colonización promedio M.2	% de colonización promedio M.3	% de colonización promedio M.4
T0	43.36*	62.46	48.20
T1	-----	48.23	55.80
T2	-----	43.15	49.60
T3	-----	41.09	47.46
T4	-----	51.06	46.26

\* Este valor corresponde a la muestra testigo o inicial.

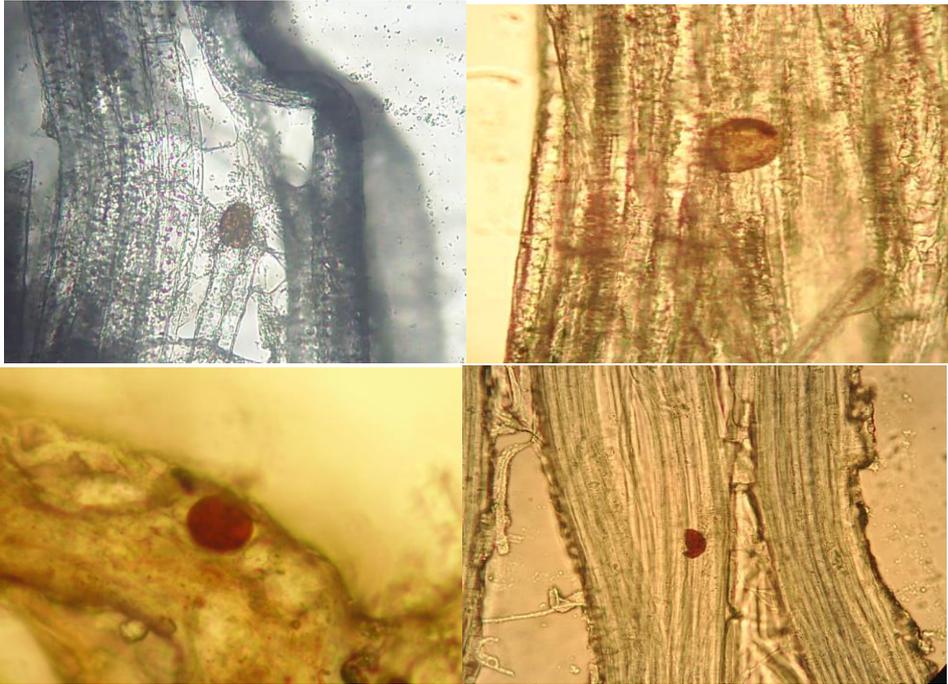
En relación al porcentaje de colonización en raíces de pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*), por hongos formadores de micorrizas; en el conteo número dos, el tratamiento que mejor resultados obtuvo fue el T0 (testigo), con un valor de 62.46%, jugando un papel importante el valor de pH que en este tratamiento reporto un valor de 5.73 (moderadamente ácido), influyendo de manera significativa a las micorrizas, acompañado con un valor bajo de materia orgánica (1.8%)(ver ANEXO F), lo que puede explicar el alto valor de colonización en este tratamiento, ya que las propiedades físico-químicas del suelo influyen de manera significativa a la colonización de micorrizas en raíces. Por otro lado el mejor tratamiento con respecto al tipo de abonamiento fue T4 (abono orgánico líquido foliar) con un valor de 51.06%, este tratamiento presentó el menor valor de pH 5.57, condición favorable para la infección de micorrizas.

En la muestra tres quien presentó el mejor valor de colonización de micorrizas en el pasto Angleton fue el tratamiento uno (T1=abono químico), con un valor de 55.80%; presentando unas propiedades físico-químicas del suelo que afectaron de alguna forma los niveles de colonización, donde las más representativas o notorias fueron la densidad aparente (Da), porcentaje de humedad (%H), y la porosidad, en los análisis presentaron los valores más bajos (Da=1.63gr./cm<sup>3</sup>, %H=26.95%, y porosidad de 34.67%) (Ver ANEXO. C), lo que conlleva a que las raíces de las plantas tengan una barrera física para su movilización y absorción de nutrientes del suelo, lo que facilita la infección de micorrizas en las raíces de las plantas, lo que permiten a estas a llegar mas lejos y poder tomar los nutrientes del suelo para la nutrición de la planta, lo que conlleva una mayor dependencia de las micorrizas para su supervivencia en estas condiciones de estrés.

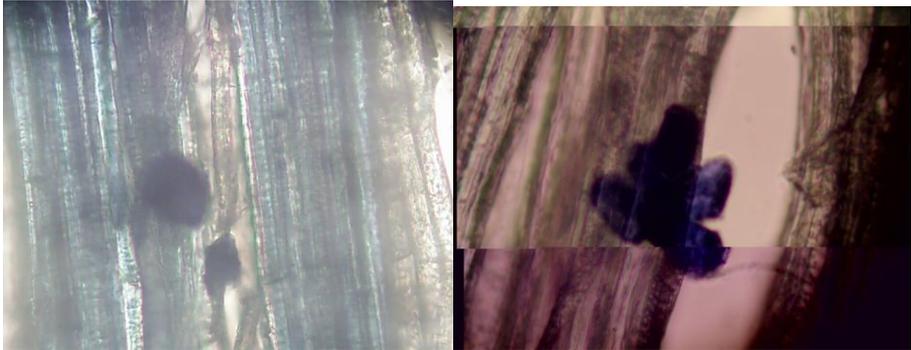
Además se observó que los porcentajes de colonización de los distintos tratamientos no presentaron mayor diferencia entre ellos a diferencia del tratamiento uno, esto posiblemente a que las propiedades físico-químicas del suelo fueron similares en todos los tratamientos, (Ver ANEXO. F).

Salamanca, (1999). al evaluar el efecto de la inoculación de pasturas ***Brachiaria decumbens*** y ***B. dictyoneura*** con micorrizas nativas e introducidas con o sin fertilización con respecto al suelo nativo (sin inoculación y sin fertilización), sobre el desarrollo, calidad nutricional y los contenidos de nutrientes en el tejido de las pasturas, número de esporas y porcentaje de colonización, los resultados indicaron una mayor eficiencia con las cepas nativas tanto naturales e inoculadas y sin fertilización con respecto a las micorrizas introducidas. En ***Brachiaria decumbens*** se encontró la mayor diversidad de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (81.8%), estas especies presentaron mayor afinidad con el genero ***Glomus*** (55.5%).

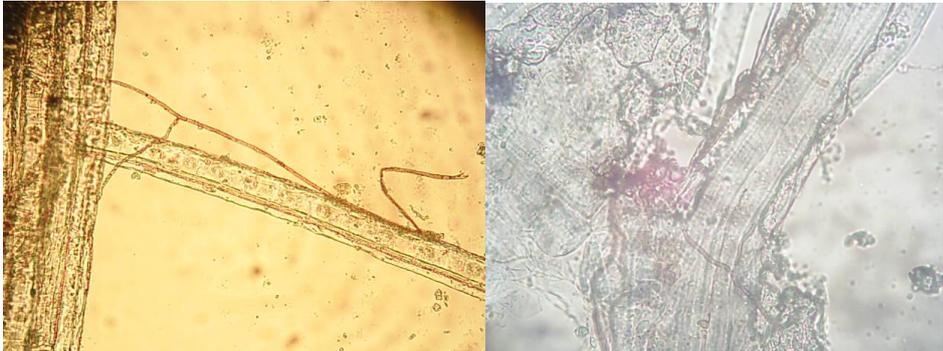
**Figura N° 10.** Espora en raíz de *D. aristatum* en la finca Casanare, municipio de Tolú.



**Figura N° 11.** Vesícula en raíz de *D. aristatum* en la finca Casanare, municipio de Tolú.



**Figura N° 12.** Hifa en la raíz de *D. aristatum* en la finca Casanare, municipio de Tolú.

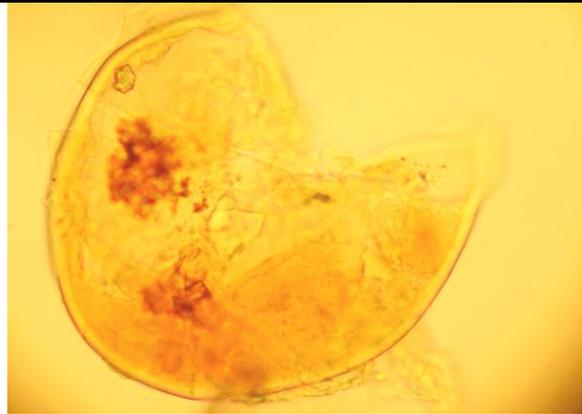


#### 5.4 CARACTERIZACIÓN DE MORFOTIPOS

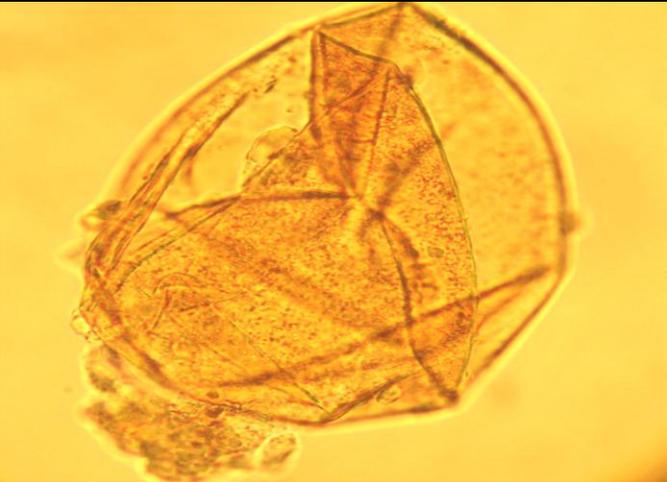
<b>Número:</b> <b>Morfotipo 1.</b>	OBJ 40X OC10X.
DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA	
<p><b>Forma:</b> Globosa  <b>Diámetro (um):</b> 78  <b>Color:</b> agua: Naranja  PVL: Café claro  <b>Contenido citoplasmático:</b>  Granular.  <b>Estructura superficial:</b> Lisa  <b>Composición y tipo de pared:</b>  número de capas: dos  Laminada.  Lisa.  <b>Ancho de la pared (um):</b> 4.5 – 5.2.  <b>Ancho de la unión hifal</b>  <b>Diámetro de la hifa(um):</b> 8.5-9.1    <b>Diámetro del poro(um):</b> 3.96</p>	
	<b>Determinación taxonómica:</b>
	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus inermayanum. Hall, 1977.</b>
	<b>Observaciones adicionales:</b>

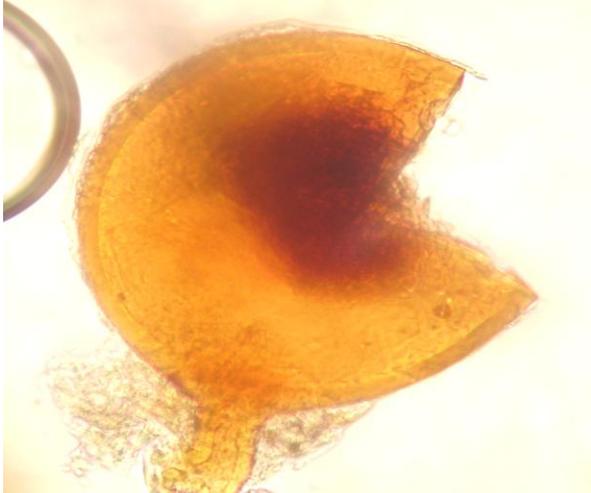
<b>Número:</b> <b>Morfotipo 2.</b>	OBJ 40X OC10X.
DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA	
<p><b>Forma:</b> Ovoide  <b>Diámetro (um):</b> 86*148  <b>Color:</b> agua: cafe  PVL: café rojizo  <b>Contenido citoplasmático:</b>  granular  <b>Estructura superficial:</b> lisa  <b>Composición y tipo de pared:</b>  número de capas: dos  Amarilla clara de apariencia laminada.  Amarillo oscuro de apariencia lisa  <b>Ancho de la unión hifal:</b>  <b>Diámetro de la hifa(um):</b> 9.9  <b>Diámetro del poro(um):</b> 1.65</p>	
	<b>Determinación taxonómica:</b>
	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus fulvum. Trappe &amp; Gerdeman, 1922.</b>
	<b>Observaciones adicionales:</b>
	Espora rota en la parte superior.

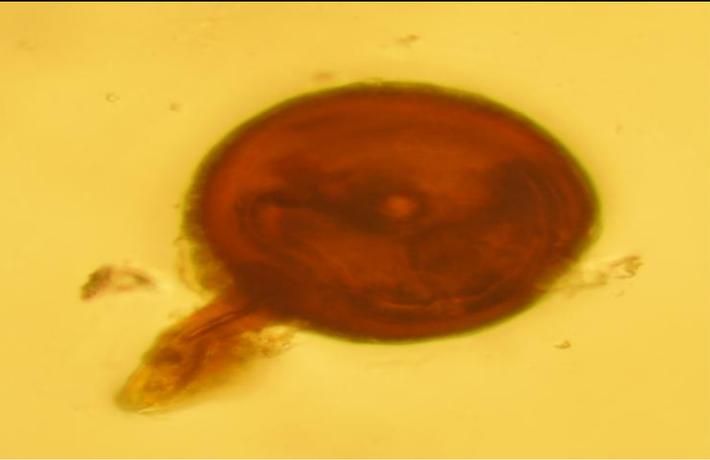
<b>Número:</b> <b>Morfotipo 3.</b>	OBJ 40X OC10X.
DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA	
<b>Forma:</b> Globosa <b>Diámetro (um):</b> 80  <b>Color:</b> agua: Amarillo PVL: Amarillo café <b>Contenido citoplasmático:</b> Granular <b>Estructura superficial:</b> Lisa <b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: una Laminada.  <b>Ancho de la pared (um):</b> 7.0 <b>Ancho de la unión hifal</b> <b>Diámetro de la hifa(um):</b> 8.5  <b>Diámetro del poro(um):</b> 1.2	
	<b>Determinación taxonómica:</b>
	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus etunicatum</b> . <b>(Becker &amp; Gerdeman), 1977.</b>
<b>Observaciones adicionales:</b>	

<b>Número:</b> <b>Morfotipo 4.</b>	OBJ 40X OC10X.
DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA	
<b>Forma:</b> Subglobosa <b>Diámetro (um):</b> 100 * 115 <b>Color:</b> agua: Amarillo claro PVL: Amarillo claro <b>Contenido citoplasmático:</b> Granular. <b>Estructura superficial:</b> Lisa <b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: dos Unitaria amarillo claro. Evanescente amarillo oscuro de aparición lisa.	
<b>Ancho de la pared (um):</b> 3.8	<b>Determinación taxonómica:</b>
<b>Ancho de la unión hifal</b> <b>Diámetro de la hifa(um):</b> 9.2	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
<b>Diámetro del poro(um):</b> 4	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus leptotichum</b> . <b>Schenck &amp; Smith, 1982.</b>
<b>Observaciones adicionales:</b>	

<b>Número:</b> <b>Morfotipo 5.</b>	OBJ 40X OC10X.
DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA	
<b>Forma:</b> Globosa <b>Diámetro (um):</b> 115 <b>Color:</b> agua: Café PVL: Amarillo café claro <b>Contenido citoplasmático:</b> Granular filamentosos <b>Estructura superficial:</b> lisa <b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: dos Interna: amarillo claro de apariencia laminada. Externa: amarillo oscuro de apariencia lisa. <b>Ancho de la unión hifal:</b> 4 <b>Diámetro de la hifa(um):</b> 16.9 <b>Diámetro del poro(um):</b> 6.8	
	<b>Determinación taxonómica:</b>
	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
	<b>Especie:</b> características morfológicas similares a <b>Glomus aggregatum. Schenck &amp; Smith, 1985.</b>
<b>Observaciones adicionales:</b>	Dos esporas unidas por conexión hifal

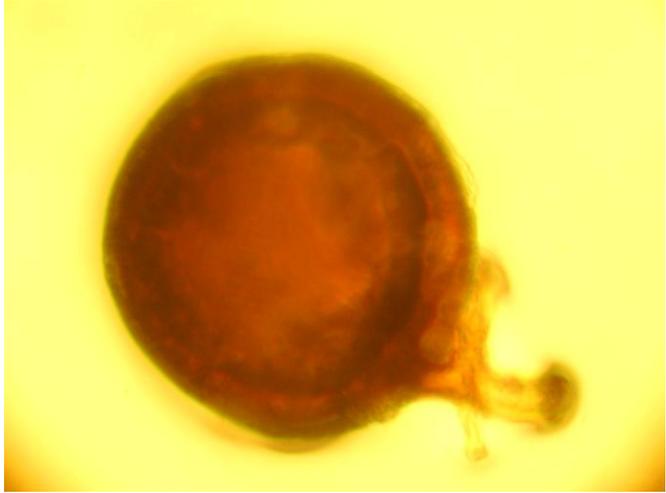
<b>Número:</b> <b>Morfotipo 6.</b>	OBJ 40X OC10X.
DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA	
<b>Forma:</b> Globosa	
<b>Diámetro (um):</b> 165	
<b>Color:</b> agua: Hialina a amarillo PVL: Amarillo verdoso	
<b>Contenido citoplasmático:</b> Granular - filamentosos	
<b>Estructura superficial:</b> Lisa	
<b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: una Laminada	
<b>Ancho de la pared (um):</b> 4	
<b>Ancho de la unión hifal</b> <b>Diámetro de la hifa(um):</b> 15 <b>Diámetro del poro(um):</b> 4	<b>Determinación taxonómica:</b>
	<b>Genero:</b> <b>Gigaspora</b>
	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Gigaspora albida. Schenck &amp; Smith, 1982.</b>
<b>Observaciones adicionales:</b>	

<b>Número:</b> <b>Morfotipo 7.</b>	OBJ 40X OC10X.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b> Globosa	
<b>Diámetro (um):</b> 126	
<b>Color:</b> agua Amarillo claro: PVL: Amarillo café claro	
<b>Contenido citoplasmático:</b> Poroso - aceitoso	
<b>Estructura superficial:</b> Lisa	
<b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: dos Lisa.	
<b>Ancho de la pared (um):</b> 7.8	<b>Determinación taxonómica:</b>
<b>Ancho de la unión hifal</b>	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
<b>Diámetro de la hifa(um):</b> 16.9	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus maculosum. Millar &amp; Walker, 1986.</b>
<b>Diámetro del poro(um):</b> 4.2	
<b>Observaciones adicionales:</b>	

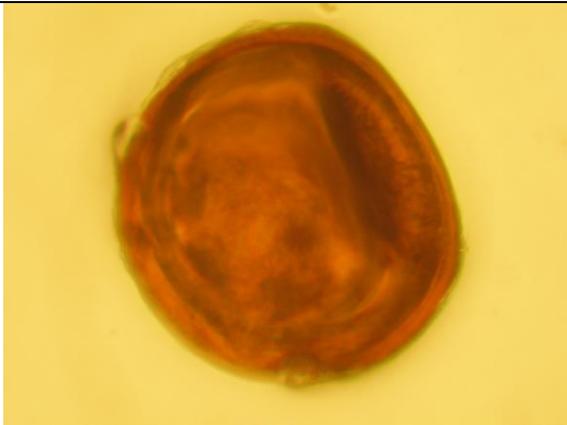
<b>Número:</b> <b>Morfotipo 8.</b>	OBJ 40X OC10X.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b> Subglobosa	
<b>Diámetro (um):</b> 85*89	
<b>Color:</b> agua: Amarillo. PVL: Amarillo café claro.	
<b>Contenido citoplasmático:</b> Coraloide.	
<b>Estructura superficial:</b> Porosa.	
<b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: dos Lisa clara. Laminada oscura.	
<b>Ancho de la pared (um):</b> 5.2	<b>Determinación taxonómica:</b>
	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus sp.</b>
<b>Observaciones adicionales:</b>	

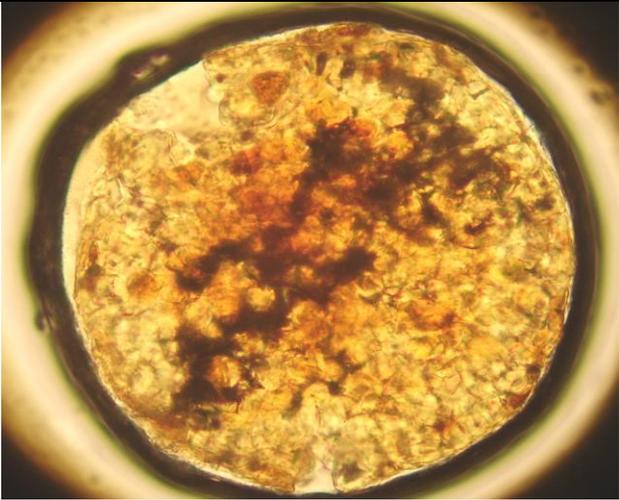
<b>Número:</b> <b>Morfotipo 9.</b>	OBJ 40X OC10X.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b> Globosa a subglobosa <b>Diámetro (um):</b> 91-93 <b>Color:</b> agua: Amarillo.  PVL: Café claro <b>Contenido citoplasmático:</b> Globular. <b>Estructura superficial:</b> Lisa <b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: dos Amarillo claro de apariencia laminada. Amarillo café de apariencia lisa <b>Ancho de la pared (um):</b> 4.2 <b>Ancho de la unión hifal</b> <b>Diámetro de la hifa(um):</b> 10  <b>Diámetro del poro(um):</b> 4 <b>Observaciones adicionales:</b>	
	<b>Determinación taxonómica:</b>
	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus sp.</b>

<b>Número:</b> <b>Morfotipo 10.</b>	OBJ 40X OC10X.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b> Elipsoide  <b>Diámetro (um):</b> 70*90  <b>Color:</b> agua: Amarillo café PVL: Amarillo café oscuro <b>Contenido citoplasmático:</b> Granular <b>Estructura superficial:</b> Lisa  <b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: dos Unitaria. Laminada <b>Ancho de la pared (um):</b> 7.5 <b>Ancho de la unión hifal</b> <b>Diámetro de la hifa(um):</b> 8.6 <b>Diámetro del poro(um):</b> 1.6 <b>Observaciones adicionales:</b>	
	<b>Determinación taxonómica:</b>
	<b>Genero:</b> <b>Glomus</b>
	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus microcarpum. Morton &amp; Rodecker, 2001.</b>

<b>Número:</b> <b>Morfotipo 11.</b>	OBJ 40X OC10X.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<p><b>Forma:</b> Globosa.</p> <p><b>Diámetro (um):</b> 105</p> <p><b>Color:</b> agua: Amarillo. PVL: Amarillo oscuro.</p> <p><b>Contenido citoplasmático:</b> Granular – coraloide</p> <p><b>Estructura superficial:</b> Lisa</p> <p><b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: dos Única. Laminada evanescente</p> <p><b>Ancho de la pared (um):</b> 7.5</p> <p><b>Ancho de la unión hifal</b></p> <p><b>Diámetro de la hifa(um):</b> 12.8</p> <p><b>Diámetro del poro(um):</b> 6.2</p>	
<b>Observaciones adicionales:</b>	<p><b>Determinación taxonómica:</b></p> <p><b>Genero:</b> <b>Glomus</b></p> <p><b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus fragilistratum. Skou &amp; Jakobsen, 1989.</b></p>

<b>Número:</b> <b>Morfotipo 12.</b>	OBJ 40X OC10X.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<p><b>Forma:</b> Globosa.</p> <p><b>Diámetro (um):</b> 117</p> <p><b>Color:</b> agua: Amarillo. PVL: Amarillo café claro</p> <p><b>Contenido citoplasmático:</b> Granular</p> <p><b>Estructura superficial:</b> Lisa</p> <p><b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: una Laminada, delgada de color amarillo claro</p>	
<p><b>Ancho de la pared (um):</b> 2.6</p> <p><b>Ancho de la unión hifal</b></p> <p><b>Diámetro de la hifa(um):</b> 22.1</p> <p><b>Diámetro del poro(um):</b> 10.4</p>	<p><b>Determinación taxonómica:</b></p> <p><b>Genero:</b> <b>Glomus</b></p> <p><b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <b>Glomus diafanum. Becker &amp; Gerdeman, 1977.</b></p>
<b>Observaciones adicionales:</b>	

<b>Número:</b> <b>Morfotipo 13.</b>	OBJ 40X OC10X.
DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA	
<b>Forma:</b> Globosa.	
<b>Diámetro (um):</b> 118.8	
<b>Color:</b> agua: Amarillo claro a hialino PVL: Miel	
<b>Contenido citoplasmático:</b> Poroso con glóbulos lipídicos.	
<b>Estructura superficial:</b> Lisa	
<b>Composición y tipo de pared:</b> pared única con dos capas Laminar. Amorfa.	
<b>Ancho de la pared (um):</b> 9.9	<b>Determinación taxonómica:</b>
<b>Ancho de la unión hifal</b>	<b>Genero:</b> <i>Glomus</i>
<b>Diámetro de la hifa(um):</b> 16.5	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <i>Glomus fecundisporum</i> .
<b>Diámetro del poro(um):</b> 3.3	<b>Schenck &amp; Smith, 1982.</b>
<b>Observaciones adicionales:</b>	

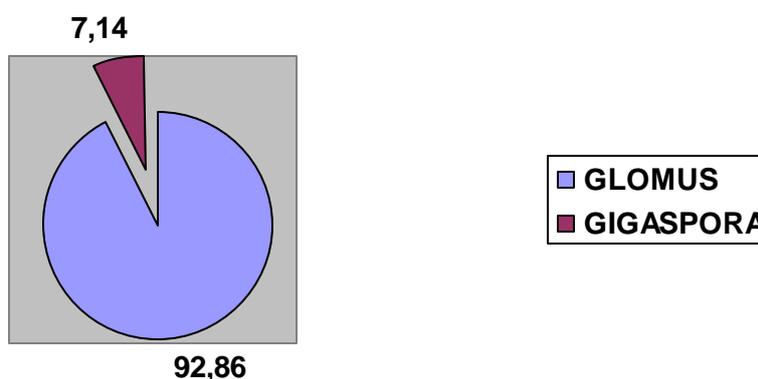
<b>Número:</b> <b>Morfotipo 14.</b>	OBJ 40X OC10X.
DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA	
<b>Forma:</b> Globosa.	
<b>Diámetro (um):</b> 110	
<b>Color:</b> agua: Amarillo claro PVL: Amarillo.	
<b>Contenido citoplasmático:</b> Granular – globular.	
<b>Estructura superficial:</b> Ornamentada	
<b>Composición y tipo de pared:</b> número de capas: una Capa rugosa y con presencia de poros.	
<b>Ancho de la pared (um):</b> 7.8	<b>Determinación taxonómica:</b>
<b>Ancho de la unión hifal</b>	<b>Genero:</b> <i>Glomus</i>
<b>Diámetro de la hifa(um):</b> 13.5	<b>Especie:</b> Características morfológicas similares a <i>Glomus tortuosum</i> . <b>Becker &amp; Gerdeman, 1977.</b>
<b>Diámetro del poro(um):</b> 2.7	
<b>Observaciones adicionales:</b>	

De los 14 morfotipos de hongos formadores de micorrizas arbusculares que fueron aislados en la hacienda Casanare, del municipio de Tolú asociado al pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*), 13 pertenecen al género Glomus, con un porcentaje del 92.86% y solo una pertenece al genero Gigaspora la cual equivale al 7.14%. Peroza, (2003), encontró datos similares con respecto a los géneros glomus, gigaspora y paraglomus, con porcentajes de 92%, 4% y 4% respectivamente.

De igual modo, Pérez, (2003), reportó en un trabajo de investigación sobre la eficiencia de hongos formadores de micorrizas asociados al pasto Colosuaña en el municipio de Corozal, encontró que 96.9% de los morfotipos pertenecían al género Glomus y 3.1% a Gigaspora.

Espitia y Martínez, (2003), realizaron un estudio de la asociación simbiótica entre dos especies de pastos (*Botriochloa pertusa*, *Dichanthium aristatum*), en el municipio de Corozal y Tolú, reportando una proporción de 94.1% y 86.6% para el género Glomus y 5.9% y 13.4% para el género Gigaspora.

Se notó que durante la etapa del conteo de esporas, se observaron un gran número de gigaspora albida lo que nos dice que este género puede ser específico ya sea de este tipo de suelo o del tipo de planta que en este caso es el pasto angleton.



## CONCLUSIONES

- La aplicación de los diferentes tipos de abonamientos influyó positivamente de manera significativa en la esporulación de los hongos formadores de micorrizas.
- La aplicación de diferentes tipos de abonos en la capa arable del suelo, favorece las propiedades físico-químicas y por ende la microbiología del suelo.
- Los elementos como el Fósforo y el Sodio que presentaron altos valores en las muestras de suelos según la caracterización físico-química, no incidió en la simbiosis de los HMA y MVA.
- El número promedio de esporas/100 gr. de suelo que mejor valor presentó fue de 2058 esporas que correspondió al tratamiento dos que corresponde a la aplicación de abono químico asociado con abono orgánico compostado.
- De los 14 morfotipos aislados asociados al pasto angleton el 92.86% pertenecen al genero *Glomus* y el 7.14% al genero *Gigaspora*, notándose una mayor presencia de este ultimo, lo que posiblemente tenga una afinidad ya sea por el tipo de pasto o por el tipo de suelo.
- Se presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos (T0 vs T2, T0 vs T4), por el efecto de los distintos abonos.
- En cuanto al porcentaje de infección se da independientemente del número de esporas y el abonamiento aplicado.
- El nivel de colonización y de infestación en raíces por H.M.A y H.M.V.A fue en promedio de 47.34% en toda la etapa de investigación con rangos que oscilaron entre 41.09% y 62.46%.
- De los tres muestreos analizados donde se presentó mayor porcentaje de colonización en raíces por parte de las micorrizas fue en la muestra dos, tratamiento cero con un promedio de 62.42%.

## RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio que permita determinar cual de los géneros formadores de micorrizas nativos encontrados, es el más eficiente en la simbiosis con el pasto Angleton.
- Realizar un análisis económico acerca de la relación beneficios-costos, para determinar si es rentable la aplicación de algún tipo de fertilizante para la aplicación en la microbiología del suelo relacionada con la planta; es decir que se tenga en cuenta todos los componentes bióticos del sistema.
- Tomando como base esta investigación, realizar una multiplicación de las esporas a nivel de laboratorio y realizar muestreos en todas las subregiones del Departamento de Sucre.
- Ejecutar una investigación a nivel de laboratorio donde se tenga en cuenta el banco de micorrizas para ver los beneficios de esta simbiosis en la mayoría de las pasturas tropicales más relevantes.
- Se recomienda realizar investigaciones donde se involucren todos los componentes de la microbiología del suelo que sean benéficos para las plantas, partiendo de la función de los microorganismos para el desarrollo de las plantas.
- Se plantea una proyección a todos los productores de la zona para dar a conocer los beneficios de esta simbiosis y así maximizar el mejoramiento de las praderas con la ayuda de esta biotecnología.
- Expandir la investigación a diferentes épocas del año y evaluar otros componentes del sistema del suelo siguiendo con la utilización de los diferentes tipos de abonamientos.
- En próximas investigaciones tener en cuenta el manejo que se le dan a las praderas, es decir, si es abonado, con que abono, y con que frecuencia o por lo contrario si nunca se le ha realizado alguna practica agrícola, y que sistema de pastoreo que se realiza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, R. T. De Freire. 1985. Infección de micorrizas (MV) en gramíneas y leguminosas herbáceas y arbustivas en dos suelos del estado de Ceara. *Ciencias Agronómicas* (6(1); 69-73 Pt.Sem.)

ALLEN, M.F. (1991). *The Ecology of Mycorrhizae*. M.F. Allen Ed. Cambridge University Press.

AHN-HEUM Eon; GAIL, Wilson and HARTNETT, David. 2001. Effect of ungulate grazer on arbuscular mycorrhizal symbioses and fungal community structure in tall grass prairie. En: Mycologia 93 (2), p 233-242.

AZCON, Concepción, GUERRERO Eduardo, 1996. *Micorrizas Recurso Biológico del Suelo*. Fondo FEN, Colombia, p. 7-39.

BAGYARAJ, Joseph. 1991. Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. En: AURORA, D. et al. *Handbook of applied mycologia soil and plants*. Vol.1. New Cork: Marcel Dekker Inc. P. 13 – 14.

BAREA, J. PEREZ Spños. E; AZCON-AGUILAR. (2001): importancia de las micorrizas en el establecimiento y protección de las plantas en suelos degradados, medio ambiente, transferencia de tecnologías. En: *Phytoma*. España.

BERNAL, Javier (2003). *Pastos y forrajes tropicales*. Producción y manejo 4º Edición.

BONILLA B., Ruth. 2000. Utilización de hongos micorrizogenos en la producción agrícola. CORPOICA, regional 3. *Boletín de investigaciones*, Valledupar. P. 23.

BRUNDRETT M, BOUGHER N, DELL B, GROVE T, MALAJCZUC N. 1996. Working with Micorrizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograph. Canberra.

CAMACHO, N. 2006. Manual de buenas prácticas de manejo de cuencas hidrográficas. p 45-55.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1984. Microbiología de suelos. En: Programa de pastos tropicales, informe anual. Cali, Colombia. p 153-175.

CORPOICA (2004). Estrategias de Innovación Tecnológica en Sistemas Ganaderos en la Micro-región Sabanas del Caribe Colombiano. C.I. Turipana. Cereté, Colombia.

CORWEL, W; BEDFORD, B & CHAPIN, C. 2001. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in a phosphorus poor wetland and mycorrhizal response to phosphorus fertilization. En: American journal of Botany 88(10), p. 1824.

COYNE, Mark. (2000). Micorrizas. En: Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio. Madrid. ISBN: 84-283-2648-7.

CUADRADO, H. BALLESTEROS, J. y TORREGROZA, L. (1996). Producción, composición química y digestibilidad del pasto colosoana (*Botriochloa pertusa*) en diferentes épocas y edades de rebrote. Regional 2, la Investigación Pecuaria. Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias (CORPOICA). Cereté, Colombia.

CHAUS, S. 2007. Definición de Fertilización Ecológica. Versión 1.1: Jul 19 2007 5:56 AM GMT-5.

CHECA, E. J. 1986. Establecimientos y manejo de pastos y forrajes. En: Técnica de orientación agropecuaria. Bogota: 1986. p. 12.

DILIP, Aurora, B. H., Arat. RAY, U. G. Murkeji, and GUY. R. Vindren. 1991. Handbook of Applied Mycology Soil and Plant, Vol. 1, Dekker, Inc. New York.

DODD J C and THOMPSON B D 1994 the screening and selection of inoculants arbuscular-mycorrhizal and ectomycorrhizal fungi. Plant and Soil 159: 149 – 158.

DOMÍNGUEZ, A. 1989, Tratado de Fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Pág 180-181.

DURAN, F. (2003). Manual de cultivos organicos, Alelopatia y trangenicos; Edicion 2003 por Grupo Latino Ltda.

ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA. 1995. Producción agrícola 2. Colombia: Editores Terranova, p. 359.

ESPITIA, F. Y MARTINEZ, E. 2003, Identificación de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) en las especies de pastos colosuaña (***Brochicloa pertussa***) y angleton (***Dichantium aristatum***) en los municipios de Corozal y Tolú, Departamento de Sucre, Colombia.

FITTER A H and GARBAYE J 1994 Interactions between mycorrhizal fungi and other soil organisms. Plant and Soil 159: 123 - 133

FRANCL, L. J. (1993). Interactions of nematodes with mycorrhizae and mycorrhizal fungi. In: Khan, M.W. (Ed). Nematode interactions. Chapman and Hall. London, UK. Pp. 203-216.

GALLO, J. CHAMORRO, D. Y VANEGAS, M. (1998). Principales gramíneas en la zona de Valle cálido del Alto Magdalena. En: Boletín de investigaciones CORPOICA. Tolima, Regional 6 P.118.

GOBERNACIÓN DE SUCRE (2005): Apuestas productivas Cárnicos – Lácticos; Secretaria de Desarrollo Económico y Medio Ambiente.

GONZALEZ, C. Alejandro. 1996. Las Micorrizas como biofertilizantes en la agricultura. En: Curso cultivo e investigación del chontaduro, CORPOICA. Nariño, mayo 21-23. 208 p. ISBN 958-9129-37-4.

GUERRERO, F. Eduardo. (1986). Micorrizas: Fundamentos Biológicos y Estado del Arte. En: Micorrizas: Recurso biológico del suelo. Fondo FEN Colombia ISBN: 958-9129-37-4-17.

GUERRERO, E 1996 Micorriza: fundamentos biológicos y estado del arte. En: Guerrero E, Azcón C, Barea J M, Moyersoen B, Orozco C, Cano C, Mejía D, Mayer J, Rivillas C y Rivera de B E L (editores) Micorrizas: recurso biológico del suelo. Bogotá, Fondo FEN, Colombia. p 1.

GUERRERO E, RIVILLAS C, RIVERA E. 1996. Perspectivas de manejo de la micorriza arbuscular en ecosistemas tropicales. En Guerrero E. (Ed.), Micorrizas. Recurso biológico del suelo. Fondo FEN Colombia, Bogota; 1996; 181-201.

GREPE, N. Y LOPEZ, R. 2001. Frutales tropicales y Subtropicales, centro de estudios agropecuarios, grupo editorial Iberoamerica, S.A. de CV. p 45-47.

HARLEY, J.K. y SMITH, S.E. (1983). Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, New York.

HOLDRIDGE, R. L. (1967). Ecología Basada en Zonas de Vida. Inst. Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José de Costa Rica.

HONRUBIA, M., TORRES, P., DÍAZ, G. y CANO, A. (1992). Manual para micorrizar plantas en viveros forestales. Proyecto LUCDEME VIII. Monografía nº 54 ICONA.

HOWELER, R. H. 1983. La función de las micorrizas vesiculo arbusculares en la nutrición fosfórica de la yuca en suelos Ecuatoriales, vol. 3 No. 2 p51-65.

JARAMILLO Daniel. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín. Pág.436.

JURADO, M. A. 2002. Curso de agrostología, citado por JARABA, M y LOPEZ, P. Producción y valor nutritivo del pasto Angleton (***Dichanthium aristatum***), en época seca en el valle del Sinú. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2002. p. 192.

JEFFRIES, P. & BAREA, J. 1999. Arbuscular Mycorrhiza a key component of sustainable plant-soil ecosystems. En: The mycota IX, fungol associations. Edition Hock. 113 p.

JEHNE, W. 1991. Endomicorrizas y productividad de pastos tropicales: potencial para el mejoramiento y su racionalización práctica, citado por ESTRADA PINEDA J. y ZULUAICA LONDOÑO, Carlos. Evaluación productividad de la micorriza ***Glomus manihotis*** en el pasto ***Axonopus scoparius***, Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. p 13.

LAREDO, C. M. y ANZOLA, V. M. 1982. Valor Nutritivo de Pastos Tropicales. IV Pasto puntero (***Hyparrhenia ruffa***) anual y estacional. Revista ICA.

LOPEZ ROPERO, Carol (2003). Identificación de micorrizas arbusculares en cultivo de mora (*Rubus glaucus*), en diez localidades de seis municipios en el Departamento de Boyacá.

MANJUNATH, A.; HUE, N. V. and HABTE M. 1989. Response of leucaena leucocephala to vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization and rock phosphate fertilization in an oxisol En: Plant and soil. P. 127-133.

McMILLEN, BG; JUNIPER, S; ABBOT, LK. 1998. Inhibition of hyphal growth of a vesicular arbuscular mycorrhizal containing sodium chloride of infection from fungus in soil limits the spread spores. 30 (13). p. 1639-1646.

MERGULHAO. Aces, et al. 2001. Salt stress response of Brachiaria plant with and without inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi. En: Agrochimica. 45 (1-2). P. 24-31.

MIRANDA, J. CC: 1981. Presencias de endomicorrizas nativas en un suelo del cenado del distrito federal e influencia de estos en la absorción de fósforo por **Brachiaria decumbens**. Revista Brasileira de Ciencia del Suelo 5 (2): 100-105.

MORTON, Joseph *et al.*, 1990. Classification and identification of arbuscular mycorrhizal fungi. INVIMA: Florida. First ICOM Workshop. P. 24.

MORTON, Joseph *et al.*, 1996. Morphological basis for glomalean taxonomy. EN: Classification and identification of arbuscular micorrhizal fungi, INVAN, First ICOM Workshop (august 1 – 4). P.16.

MORTON, J. B. and BENNY, G. L. 1990. Revised classification or arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes) a new order, Glomales, two suborders, Glominaceae and Gigasporinaceae, and families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, wthy and amendation of Glomaleceae En: Review Mycotaxon, (37). P. 192 – 207.

MORTON, J. B. and REDECKER, Dirk. 2001. Two new families of Glomales, Archaesporaceae and Paraglomaceae, with two new genera Archaespora and

Paraglomus, based on concordant molecular and morphological characters En: Mycologia, 93(1), p.181.

MOSSE, B. 1991. Advances in the study of VAM Annual rev. Phytopatology. (11). P. 171-196.

OLIVARES, J y BAREA, J. Fijación y movilización biológica de nutrientes: Fijación del N y micorrizas. Concejo Superior de Investigaciones científicas. Madrid. Vol. 2. Cap. 17 – 18. 1991.

PEREZ, A. 2003. Eficiencia de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) nativos, asociados a la producción de forraje en la especie pasto colosuana (*Brotriochloa pertusa* (L) a. Camus) en el municipio de Corozal, Departamento de Sucre.

PEROZA, Pavel Y JIMÉNEZ, Wimber (1998): eficiencia de micorrizas arbusculares (M.A) en arroz (*Oryza sativa*) de secano mecanizado obtenidas en suelos de Córdoba, Sucre y Antioquia. Montería. Tesis (trabajo de grado), Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de ingeniería agrícola.

PEROZA, Víctor. (2003). Caracterización de hongos formadores de micorrizas arbusculares (H.M.A) y micorrizas vesículo arbusculares (H.M.V.A) nativas asociada con el pasto angleton (*Dichanthium aristatum*, Benth) en el municipio de Tolú Departamento de Sucre. Tesis (Maestría en Ciencias Agrarias). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.

PICONE, Chris. 2000. Diversity and abundance of arbuscular-Mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture. En: Biotropical 32(4a), p 734-750.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. (2000). Municipio Santiago de Tolú, componente rural. Consultor: Hernández & Cía. Ltda.

RODRIGUEZ – CARRASQUEL, S (1983). Pastos Guinea, Yaragua, Capimmelao, Cadillo, Bobo, Angleton, pangola, Barrera, Ruzi, Bermuda, Estrella africana, Estrella de Puerto Rico.

SADANANDAN N, BROWN A. 1997. Management of soil nutrients and water in tropical plantation forests. CSIRO Canberra, Australia. ACIAR, 571 p.

SAIF, G. R. 1984. Respuestas a las plantas forrajeras tropicales a las aplicaciones de roca fosfóricas y micorrizas en un suelo oxisol no esterilizado. En: RICALDI, V. y ESCALERA, S. La roca fosfórica. Cochubamba, Bolivia. p 309-327. ISBN 0-89054-158-2.

SAIF & DUNIWAY, J. M.1991. Evaluation of plant response to colonization by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, environmental variables. En: SCHENCK; N. C. Methods and Principles of mycorrhizal research. Florida: Third printing, APS, Press. P 78.

SALAMANCA SOLIS, Carmen. 1999. Las micorrizas como estrategias de mejoramiento nutricional de pasturas y especies frutales en el Departamento del Guaviare. En: Boletín Técnico CORPOICA No. 20, Noviembre, p 1.

SANCHEZ DE PRAGER, Marina. (1999). Endomicorrizas en agroecosistemas colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

SCHENCK, N. C. and PEREZ, Yvonne. (1990). Manual for identification of MVA mycorrhizal fungi 3<sup>a</sup> Edition. Florida: Sinergystic publication

SMITH, SL. READ, D. (1997) Mycorrhizal simbiosis. 2<sup>a</sup> edición. Capitulo 1. Academia press.

SIEVERDING, Edwal. (1984). Aspectos básicos sobre la investigación sobre micorrizas vesículo-arbusculares. Universidad Nacional de Colombia.

SIEVERDING, E. (1989). Ecology of VAM fungi in tropical agrosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 29:369-390.

SIEVERDING, E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza management in Tropical Agrosystems. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ No 224. Eschborn.

SIEVERDING, Edwal *et al.* 1998. La investigación sobre Micorrizas en Colombia. Curso Nacional sobre Micorrizas. Palmira, memorias, Universidad Nacional de Colombia. Citado por PEROZA PIÑERES, P. Y JIMENEZ PEREZ W. Eficiencias de micorrizas arbusculares en arroz de secano mecanizado en suelos de Córdoba, Sucre y Antioquia, Trabajo de grado ( Ingeniería Agronómica), Universidad de Córdoba, 125 p.

SOSA, Oscar. 2005. Cátedra de Manejo de Tierras .Facultad de Ciencias Agrarias UNR.Universidad Nacional de Rosario.

SYLVIA, David M 1999. Mycorrhizal symbioses. En: Sylvia, D; Fuitmann, J; Hartel, P. & Zuberer, D. Principles and application of soil microbiology. Prentice Hall: New Jersey, p.410.

TANG, F; WHITE. J. & CHARVAT, I. 2001. The effect of phosphorus availability on arbuscular mycorrhizal colonization of typha angustifolia. En: *Mycologia*, 93 (6), p.1042.

VALLEJO, A. y ZAPATA, F. 1998 – 2001. Especies forrajeras. Medellín: Agrosoft Ltda., p. 1.

WHETTEN, R & ANNE J., A. 1992. Theoretical considerations in the commercial utilization of mycorrhizal fungi. En: AURORA Dillip; ELAMDER, R and MUKERSI, K. G. Handbook of applied mycology. Fungal Biotechnology. Vol. 4. New York. 1114 p.

[www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm](http://www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm).

<http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm>.

[http://WWW.intep.edu.co/masinformacion/articulo.php?id\\_articulo=5&id\\_publicacion=6](http://WWW.intep.edu.co/masinformacion/articulo.php?id_articulo=5&id_publicacion=6)

# **ANEXOS**

## ANEXO. A

### PORCENTAJE DE COLONIZACION DE MICORRIZAS EN RAÍCES DE PASTO ANGLETON EN LA FINCA CASANARE, TOLU.

#### % DE COLONIZACION MUESTRA 1

MUESTRA	%COLONI
T0 R1	61.76
T0 R2	19.90
T0 R3	48.43

PROMEDIO= 43.36%

#### % DE COLONIZACION MUESTRA 2

MUESTRA	%COLONI
P1 T0 R1	62.43
P8 T0 R2	64.44
P14 T0 R3	60.51
P2T1 R1	48.00
P7 T1 R2	50.00
P15 T1 R3	46.69
P3T2 R1	43.46
P10 T2 R2	43.27
P11 T2 R3	42.72
P4 T3 R1	60.77
P6T3 R2	37.35
P13T3 R3	25.16
P5T4 R1	44.18
P9T4 R2	61.15
P12T4 R3	47.87

#### % DE COLONIZACION MUESTRA 3

MUESTRA	%COLONI
P1 T0 R1	41.50
P8T0 R2	50.90
P14 T0 R3	52.22
P2T1 R1	52.53
P7 T1 R2	58.04
P15 T1 R3	56.84
P3T2 R1	57.05
P10 T2 R2	41.92
P11T2 R3	49.84
P4 T3 R1	50.89
P6T3 R2	51.63
P13T3 R3	39.87
P5T4 R1	47.46
P9T4 R2	43.10
P12T4 R3	48.23

## ANEXO.B

### PLAN DE FERTILIZACIÓN POR TRATAMIENTO Y CANTIDADES

FECHA	TRATA	REPET	Producto			
			Cantidad Kg./50m2			
Junio 4			Hidróxido Ca	DAP	UREA	Lombricompts
	T0	R1	X	X	X	X
	T0	R2	X	X	X	X
	T0	R3	X	X	X	X
	T1	R1	3	0.20	0.375	X
	T1	R2	3	0.20	0.375	X
	T1	R3	3	0.20	0.375	X
	T2	R1	3	0.20	0.375	18.75
	T2	R2	3	0.20	0.375	18.75
	T2	R3	3	0.20	0.375	18.75
	T3	R1	3	X	X	37.5
	T3	R2	3	X	X	37.5
	T3	R3	3	X	X	37.5
	T4	R1	3	X	X	X
	T4	R2	3	X	X	X
	T4	R3	3	X	X	X
<b>Julio 29</b>	T0	R1	3	X	X	X
	T0	R2	3	X	X	X
	T0	R3	3	X	X	X
	T1	R1	3	0.125	0.25	X
	T1	R2	3	0.125	0.25	X
	T1	R3	3	0.125	0.25	X
	T2	R1	3	0.125	0.25	18.75
	T2	R2	3	0.125	0.25	18.75
	T2	R3	3	0.125	0.25	18.75
	T3	R1	3	X	X	37.5
	T3	R2	3	X	X	37.5
	T3	R3	3	X	X	37.5
	T4	R1	3	X	X	X
	T4	R2	3	X	X	X
	T4	R3	3	X	X	X

FECHA	TRAT	REPET	Producto			
			Cantidad Kg./50m2			
<b>Septiembre 23</b>			<b>Hidróxido Ca</b>	<b>DAP</b>	<b>UREA</b>	<b>Lombricompts</b>
	T0	R1	3	X	X	X
	T0	R2	3	X	X	X
	T0	R3	3	X	X	X
	T1	R1	3	X	0.25	X
	T1	R2	3	X	0.25	X
	T1	R3	3	X	0.25	X
	T2	R1	3	X	X	18.75
	T2	R2	3	X	X	18.75
	T2	R3	3	X	X	18.75
	T3	R1	3	X	X	37.5
	T3	R2	3	X	X	37.5
	T3	R3	3	X	X	37.5
	T4	R1	3	X	X	X
	T4	R2	3	X	X	X
	T4	R3	3	X	X	X
<b>Noviembre 18</b>	T0	R1	3	X	X	X
	T0	R2	3	X	X	X
	T0	R3	3	X	X	X
	T1	R1	3	X	0.25	X
	T1	R2	3	X	0.25	X
	T1	R3	3	X	0.25	X
	T2	R1	3	X	X	18.75
	T2	R2	3	X	X	18.75
	T2	R3	3	X	X	18.75
	T3	R1	3	X	X	37.5
	T3	R2	3	X	X	37.5
	T3	R3	3	X	X	37.5
	T4	R1	3	X	X	X
	T4	R2	3	X	X	X
	T4	R3	3	X	X	X

## ANEXO.C

### RESUMEN ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AREA DE ESTUDIO.

	<b>27/ABR</b>	<b>15 JULIO</b>					<b>27 OCTUBRE</b>				
<b>DETERMINACION</b>	<b>BASE</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>					<b>TRATAMIENTOS</b>				
	<i>T0</i>	<i>T0</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T0</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
<b>pH</b>	5.43	5.73	6.00	5.74	5.7	5.57	5.94	5.85	5.87	6.13	6.20
<b>M.O (%)</b>	1.12	1.80	2.02	2.47	1.75	2.02	2.03	2.03	1.91	1.84	2.06
<b>FÓSFORO ppm</b>	34.69	29.15	15.03	29.15	34.36	32.34	53.75	58.15	48.89	45.10	35.68
<b>% HUMEDAD</b>	****	****	****	****	****	****	25.85	26.95	27.53	27.95	27.08
<b>Da</b>	1.4	****	****	****	****	****	1.61	1.63	1.52	1.49	1.56
<b>POROSIDAD</b>	****	****	****	****	****	****	35.55	34.67	40.36	41.12	36.22
<b>C.I.C meq/100g/suelo</b>	21.29	18.21	19.05	18.15	16.50	22.60	24.75	21.27	21.97	30.25	18.88

## ANEXO.D

### RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO

Variable dependiente: **Conteo JUNIO 04/06**

Factor: Trata MI

Número de observaciones: 9

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Conteo MI según Trata MI

#### Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Tratamientos	1,25084E6	2	625422,0	8,44	0,0180
Error	444643,0	6	74107,2		
Total (Corr.)	1,69549E6	8			

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Trata MI    Frec.    Media    Grupos homogéneos

T1	3	538,983	X
T3	3	558,367	X
T2	3	1339,33	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T1 - T2	*-800,35	681,996
T1 - T3	-19,3833	681,996
T2 - T3	*780,967	681,996

\* indica una diferencia significativa.

## RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO

Variable dependiente: **octubre 21/06**

Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 45

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Conteo esporas 2 según Tratamiento

### Análisis de la Varianza

---

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Tratamientos	5,14934E6	4	1,28734E6	5,67	0,0010
Error	9,08948E6	40	227237,0		
Total (Corr.)	1,42388E7	44			

---

Contraste Múltiple de Rango para Conteo esporas 2 según Tratamiento

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

---

Tratamiento	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T1	9	567,111	X
T4	9	731,028	X
T2	9	933,7	XX
T3	9	1389,03	X
T5	9	1395,89	X

---

---

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T1 - T2	-366,589	641,865

---

T1 - T3	*-821,917	641,865
T1 - T4	-163,917	641,865
T1 - T5	*-828,778	641,865
T2 - T3	-455,328	641,865
T2 - T4	202,672	641,865
T2 - T5	-462,189	641,865
T3 - T4	*658,0	641,865
T3 - T5	-6,86111	641,865
T4 - T5	*-664,861	641,865

-----  
 \* indica una diferencia significativa.

## RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO

Variable dependiente: **febrero 04/07**

Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 45

Número de niveles: 5

Tabla ANOVA para Conteo MF según Tratamiento

Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Tratamientos	6,96689E6	4	1,74172E6	3,68	0,0122
Error	1,89472E7	40	473679,0		

-----  
 Total (Corr.) 2,5914E7 44

Contraste Múltiple de Rango para Conteo MF según Tratamiento

-----  
 Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamiento	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T1	9	1001,77	X
T4	9	1407,19	XX
T2	9	1839,0	XX
T5	9	1954,56	X
T3	9	2058,02	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T1 - T2	-837,233	926,715
T1 - T3	*-1056,26	926,715
T1 - T4	-405,422	926,715
T1 - T5	*-952,789	926,715
T2 - T3	-219,022	926,715
T2 - T4	431,811	926,715
T2 - T5	-115,556	926,715
T3 - T4	650,833	926,715
T3 - T5	103,467	926,715
T4 - T5	-547,367	926,715

\* indica una diferencia significativa.

## ANEXO.E

**NUMERO DE ESPORAS POR 100g DE SUELO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS Y FECHAS DE MUESTREOS.**

<b>MUESTRA</b>	<b>FEBRERO 04/07</b>	<b>OCTUBRE 21/07</b>	<b>JUNIO 04/06</b>
P1 To R1	898,5	449	539
P8 To R2	900,23	563,3	1339.33
P14 To R3	1206,57	934.92	558.3
	<b>1001,77</b>	<b>649.08</b>	<b>812.2</b>
P2 T1 R1	1598,33	801,43	
P7 T1 R2	2139,67	1184,67	
P15 T1 R3	1779	815	
	<b>1839</b>	<b>933,70</b>	
P3 T2 R1	903,83	854,58	
P10 T2 R2	3682,9	1867,00	
P11 T2 R3	1587,33	1445,50	
	<b>2058,02</b>	<b>1389,03</b>	
P4 T3 R1	1588,17	759,33	
P6 T3 R2	1459,07	717,83	
P13 T3 R3	1174,33	715,92	
	<b>1407,19</b>	<b>731,03</b>	
P5 T4 R1	2085,33	1756,00	
P9 T4 R2	2060,33	860,00	
P12 T4 R3	1718	1571,67	
	<b>1954,56</b>	<b>1395,89</b>	

## ANEXO. F. Análisis De Caracterización Física Y Química De Suelos



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

### CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de abril de 2006	ANÁLISIS N°:	082
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	8 de mayo de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.43	Fuertemente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.12	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	34.69	B	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	21.29	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	8.75	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	10.10	A	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.88	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.56	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	35.69		20 – 50
Arcilla (%)	34.92		20 – 60
Limo (%)	29.39		20 – 70
Saturación de calcio (%)	41.10	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	47.44	A	20 – 30
Saturación de sodio (%)	7.33	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	0.87	Invertida	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>	1.56		

### INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 1 Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	15 de Julio de 2006	ANÁLISIS N°:	133
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	8 de agosto de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.73	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.80	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	29.15	C	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	18.21	C	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	6.78	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	6.06	A	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.68	B	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.79	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	35.75		20 – 50
Arcilla (%)	31.17		20 – 60
Limo (%)	33.00		20 – 70
Saturación de calcio (%)	53.71	B	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	32.73	A	20 – 30
Saturación de sodio (%)	9.83	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.64	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 1, T0 Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
“UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	15 de Julio de 2006	ANÁLISIS N°:	134
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	8 de agosto de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.00	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	2.02	C	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	15.03	C	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	19.05	C	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	9.69	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	6.98	A	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.62	B	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.76	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco Arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	39.08		20 – 50
Arcilla (%)	31.17		20 – 60
Limo (%)	29.75		20 – 70
Saturación de calcio (%)	50.87	B	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	36.64	A	20 – 30
Saturación de sodio (%)	9.24	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.39	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 2, T1, Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	15 de Julio de 2006	ANÁLISIS N°:	135
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	8 de agosto de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.74	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	2.47	C	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	29.15	C	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	18.15	C	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	9.17	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	5.64	A	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	1.08	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.79	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	34.54		20 – 50
Arcilla (%)	31.85		20 – 60
Limo (%)	33.61		20 – 70
Saturación de calcio (%)	50.52	B	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	31.07	A	20 – 30
Saturación de sodio (%)	9.86	A	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.63	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 3, T2, Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
“UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	15 de Julio de 2006	ANÁLISIS N°:	136
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	8 de agosto de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.70	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.75	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	34.36	B	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	16.50	C	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	10.00	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	3.67	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.78	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.83	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	33.00		20 – 50
Arcilla (%)	33.38		20 – 60
Limo (%)	33.62		20 – 70
Saturación de calcio (%)	60.61	B	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	22.24	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	11.09	B	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	2.72	Normal	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 4, T3, Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	15 de Julio de 2006	ANÁLISIS N°:	137
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	8 de agosto de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.57	Fuertemente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	2.02	C	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	32.34	B	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	22.60	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	9.94	D	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	7.71	A	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	1.74	E	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	3.21	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	28.90		20 – 50
Arcilla (%)	39.40		20 – 60
Limo (%)	31.70		20 – 70
Saturación de calcio (%)	43.98	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	34.12	A	20 – 30
Saturación de sodio (%)	14.20	B	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.29	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 5, T4, Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	224
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.83	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	2.98	C	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	46.46	B	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	28.60	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	8.63	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	4.70	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	1.21	E	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.98	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	46.17		20 – 50
Arcilla (%)	23.33		20 – 60
Limo (%)	30.50		20 – 70
Saturación de calcio (%)	30.17	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	16.43	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	6.92	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.84	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 1 (P1T0R1) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	225
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.00	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.45	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	54.66	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	22.00	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	7.11	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	4.19	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.88	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	2.15	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	37.83		20 – 50
Arcilla (%)	31.67		20 – 60
Limo (%)	30.50		20 – 70
Saturación de calcio (%)	32.32	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	19.05	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	9.77	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.70	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 2 (P8T0R2) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	226
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.98	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.67	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	60.13	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	23.65	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	7.65	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	4.60	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	1.16	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.94	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	44.50		20 – 50
Arcilla (%)	28.33		20 – 60
Limo (%)	27.17		20 – 70
Saturación de calcio (%)	32.35	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	19.45	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	8.20	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.66	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 3 (P14T0R3) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	227
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.68	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	2.10	C	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	55.57	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	20.90	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	8.00	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	3.76	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.79	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	2.65	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.	Franco	Franco arcilloso
Arena (%)	49.17		20 – 50
Arcilla (%)	23.33		20 – 60
Limo (%)	27.05		20 – 70
Saturación de calcio (%)	38.28	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	17.99	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	12.67	B	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	2.13	Normal	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 4 (P2T1R1) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	228
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pastos
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.91	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	2.10	C	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	55.57	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	24.75	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	8.13	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	2.39	C	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.89	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.83	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar. A	Franco arcillo-Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)	37.83		20 – 50
Arcilla (%)	31.67		20 – 60
Limo (%)	30.50		20 – 70
Saturación de calcio (%)	32.85	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	9.66	D	20 – 30
Saturación de sodio (%)	7.39	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	3.40	Normal	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 5 (P7T1R2) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
“UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	229
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.95	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.88	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	63.31	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	18.15	C	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	9.25	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	4.81	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.58	B	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	2.01	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar. A	Franco arcillo-Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)	49.50		20 – 50
Arcilla (%)	23.93		20 – 60
Limo (%)	26.57		20 – 70
Saturación de calcio (%)	50.96	B	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	26.50	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	11.07	B	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.92	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 6 (P154T1R3) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	230
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.89	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.67	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	57.85	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	22.00	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	7.37	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	1.93	D	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.67	B	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.85	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar. A	Franco arcillo-Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)	50.33		20 – 50
Arcilla (%)	23.93		20 – 60
Limo (%)	25.74		20 – 70
Saturación de calcio (%)	33.50	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	8.77	D	20 – 30
Saturación de sodio (%)	8.41	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	3.82	Normal	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 7 (P3T2R1) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	231
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.0	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	2.10	C	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	44.64	B	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	20.35	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	5.56	C	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	2.96	C	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	1.21	E	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.25	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar. A	Franco arcillo-Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)	50.00		20 – 50
Arcilla (%)	23.93		20 – 60
Limo (%)	26.07		20 – 70
Saturación de calcio (%)	27.32	D	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	14.55	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	6.14	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.88	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 8 (P10T2R2) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	232
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	5.71	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.97	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	44.18	B	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	23.55	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	7.33	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	4.89	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.81	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.68	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	42.50		20 – 50
Arcilla (%)	28.33		20 – 60
Limo (%)	29.17		20 – 70
Saturación de calcio (%)	31.13	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	20.76	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	7.13	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.50	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 9 (P11T2R3) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	233
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.15	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.93	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	31.43	B	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	20.90	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	6.00	C	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	2.82	C	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.47	B	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.53	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	40.00		20 – 50
Arcilla (%)	30.00		20 – 60
Limo (%)	30.00		20 – 70
Saturación de calcio (%)	28.71	D	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	13.49	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	7.32	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	2.13	Normal	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 10 (P4T3R1) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	234
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.13	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.67	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	52.38	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	31.35	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	15.63	A	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	7.29	A	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.70	B	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.60	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.	Franco	Franco arcilloso
Arena (%)	42.50		20 – 50
Arcilla (%)	23.93		20 – 60
Limo (%)	33.57		20 – 70
Saturación de calcio (%)	49.86	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	23.25	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	5.10	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	2.10	Normal	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 11 (P6T3R2) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	235
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	TOLÚ
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.11	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.93	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	51.47	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	38.50	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	5.61	C	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	4.01	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.79	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.68	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	41.67		20 – 50
Arcilla (%)	28.33		20 – 60
Limo (%)	30.00		20 – 70
Saturación de calcio (%)	14.57	F	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	10.42	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	4.36	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.40	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 12 (P13T3R3) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	236
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.30	Ligeramente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.75	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	24.60	C	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	22.00	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	5.94	C	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	3.96	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.82	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	2.60	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.	Franco	Franco arcilloso
Arena (%)	43.42		20 – 50
Arcilla (%)	21.75		20 – 60
Limo (%)	34.83		20 – 70
Saturación de calcio (%)	27.00	D	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	18.00	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	11.82	B	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.50	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 13 (P5T4R1) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	237
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.24	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	1.67	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	53.29	A	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	16.50	C	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	4.24	D	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	2.13	C	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.49	B	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.33	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.	Franco	Franco arcilloso
Arena (%)	38.42		20 – 50
Arcilla (%)	26.75		20 – 60
Limo (%)	34.83		20 – 70
Saturación de calcio (%)	25.70	D	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	12.91	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	8.06	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.99	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 14 (P9T4R2) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
 Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
“UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”  
**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

**CARACTERIZACIÓN**

FECHA DE RECIBO:	27 de octubre de 2006	ANÁLISIS N°:	238
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara T.	CULTIVO:	Pasto
Fecha de entrega	20 de Noviembre de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	6.07	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	2.76	C	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	29.15	C	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	18.15	C	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	5.63	C	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	3.22	B	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	1.10	A	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.41	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	-----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	31.79		20 – 50
Arcilla (%)	29.25		20 – 60
Limo (%)	38.96		20 – 70
Saturación de calcio (%)	31.02	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	17.74	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	7.77	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.75	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm <sup>3</sup>			

**INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES**

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 15 (P12T4R3) Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola  
Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS**  
“UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

FISICOS

FECHA:	28 de noviembre de 2006	ANÁLISIS N°:	162
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Tolú
CORREGIMIENTO:	Pita Abajo	FINCA:	Casanare
PROPIETARIO:	Humberto Vergara	CULTIVO:	Pastos

DETERMINACION DE PROPIEDADES AL FINAL DE LOS ENSAYOS

Muestra	Identificación	% H natural	Da (gr/cc)	DR (gr/cc)	Porosidad Total, %
T0P1	Testigo, Parcela 1	23.97	1.58	2.43	34.97
T0P8	Testigo, Parcela 8	26.13	1.61	2.52	36.11
T0P14	Testigo, Parcela 14	27.45	1.63	2.53	35.57
T1P2	Tratam. 1, Parcela 2	29.94	1.60	2.50	36.00
T1P7	Tratam. 1, Parcela 7	25.85	1.65	2.50	34.00
T1P15	Tratam. 1, Parcela 15	25.06	1.65	2.50	34.00
T2P3	Tratam. 2, Parcela 3	29.58	1.49	2.40	37.91
T2P10	Tratam. 2, Parcela 10	23.52	1.54	2.58	40.31
T2P11	Tratam. 2, Parcela 11	29.50	1.52	2.66	42.85
T3P4	Tratam. 3, Parcela 4	25.60	1.47	2.56	42.58
T3P6	Tratam. 3, Parcela 6	27.78	1.51	2.50	39.60
T3P13	Tratam. 3, Parcela 13	30.49	1.50	2.55	41.17
T4P5	Tratam. 4, Parcela 5	25.48	1.55	2.40	35.41
T4P9	Tratam. 4, Parcela 9	26.20	1.57	2.44	35.65
T4P12	Tratam. 4, Parcela 12	29.57	1.56	2.50	37.60

\* Tratam = tratamiento

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

TI: Fertilización Química

TII: Fertilización Química + Abono Orgánico Sólido

TIII: Abonamiento Orgánico Sólido

TIV: Abonamiento con Bovinaza fresca en estado liquido

Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Analizar propiedades químicas.

**ANTONIO TOVAR ORTEGA**  
Analizó