

# DENSIDAD Y ABUNDANCIA DE HONGOS MICORRIZAS EN SUELOS MANEJADOS BAJO LABRANZA CONVENCIONAL Y SIEMBRA DIRECTA

## DENSITY AND ABUNDANCE OF MYCORRHIZE FUNGI IN SOILS MANAGED UNDER CONVENTIONAL TILLAGE AND DIRECT SEEDING

ORELLANA VELASCO, M., OLLER MUGUERTEGUI, V.

### RESUMEN

**E**n los sistemas agrícolas desarrollados en Santa Cruz llevan muchos años con un manejo y explotación de sus suelos bajo labranza convencional, monocultivo, aplicación de agroquímicos, causando el aumento de plagas, patógenos y disminución de la fertilidad, las prácticas que se realizan, principalmente la preparación del terreno, afectan a las poblaciones de hongos micorrízicos arbusculares, HMA, la composición de especies y la colonización micorrízica de manera que la diversidad de estos hongos, puede sufrir alteraciones por el manejo agrícola intensivo. Para el aislamiento de esporas se siguió el método propuesto por Gerdemanmn & Nicolson. Las esporas se observaron con un estereoscopio para realizar el conteo del número de esporas presentes. Con los valores encontrados se determinó la densidad. Del total de esporas aisladas se tomó una muestra, éstas fueron clasificadas por morfo tipos de acuerdo a su tamaño y color; para ello fueron montadas en portaobjetos utilizando polivinil lactoglicerol, PVLG y observadas con un microscopio compuesto para diferenciar las características de sus paredes (grosor, color, ornamentaciones), y de la hifa (presencia, forma, tamaño). El índice de Shannon-Wiener, como índice de diversidad, toma en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Es decir, contempla la riqueza y la abundancia de las especies. La densidad de esporas viables de hongos micorrizas fue superior en 20% al inicio del desarrollo del cultivo respecto al suelo descubierto anterior al cultivo. Los tres géneros encontrados, *Glomus* sp, *Gigasporas* sp, *Acaulosporas* sp, mostraron una abundancia específica en cada momento de evaluación. No se encontró correlaciones significativas en ninguna de las características químicas del suelo.

### ABSTRACT

**T**he agricultural systems developed in Santa Cruz have been managing and exploiting their soils under conventional tillage, monoculture, application of agrochemicals for many years, causing an increase in pests, pathogens and a decrease in fertility, the practices that are carried out, mainly the Land preparation, affect the populations of arbuscular mycorrhizal fungi, AMF, species composition and mycorrhizal colonization in such a way that the diversity of these fungi may suffer alterations due to intensive agricultural management. For the isolation of spores, the method proposed by Gerdemanmn & Nicolson was followed. The spores were observed with a stereoscope to count the number of spores present. With the values found, the density was determined. From the total of isolated spores, a sample was taken, these were classified by morfo types according to their size and color; For this, they were mounted on slides using polyvinyl lactoglycerol, PVLG and observed with a compound microscope to differentiate the characteristics of their walls (thickness, color, ornamentation), and of the hypha (presence, shape, size). The Shannon-Wiener index, as an index of diversity, takes into account the number of species that exist in the sample and the relative number of individuals that exist for each of the species. That is, it contemplates the richness and abundance of species. The density of viable spores of mycorrhizal fungi was 20% higher at the beginning of the development of the crop compared to the soil discovered before the crop. The three genera found, *Glomus* sp, *Gigasporas* sp, *Acaulosporas* sp, showed a specific abundance at each time of evaluation. No significant correlations were found in any of the chemical characteristics of the soil.

### PALABRAS CLAVE

Hongos micorrizas arbusculares, Hifas de hongos, Manejo de Suelos.

### KEYWORDS

Arbuscular mycorrhizal fungi, Fungal hyphae, Soil Management

## INTRODUCCIÓN

Los suelos de Santa Cruz llevan muchos años con un manejo y explotación de sus suelos bajo labranza convencional, monocultivo, aplicación de agroquímicos, causando el aumento de plagas, patógenos y disminución de la fertilidad; esto tiene un efecto negativo a largo plazo que no solo afecta al rendimiento de los cultivos y abandono de los suelos, sino que provoca su degradación; esto conlleva a una disminución significativa de la biota del suelo y en especial de los hongos micorrizas que contribuyen en el mejoramiento de la nutrición de las plantas. En la siembra directa, la siembra es realizada directamente sobre los residuos de cosecha anterior sin movimiento del suelo, excepto en la línea de siembra, Casão Jr (1991).

En áreas tropicales y subtropicales, donde el peligro de la erosión por lluvias es alto, los suelos son usualmente pobres y erosionados y las temperaturas son altas y por lo tanto la descomposición es rápida, los sistemas de labranza son usualmente seleccionados con el objetivo de preparar a la parte superior del suelo para crear una muy fina cama de siembra. Y en solo atender este objetivo, los sistemas de labranza que se aplican traen ciertos procesos de degradación con ellos (Mad, 2018). La microbiología de suelos requiere el conocimiento de técnicas apropiadas para la obtención de los organismos de interés en un estado útil para su estudio. Las primeras etapas de todo estudio microbiológico involucran el aislamiento del o los microorganismos desde su matriz original y su crecimiento en un medio con características físicas y químicas específicas (Álvares & Rusinque, 2006). En un ambiente natural, como lo es el suelo, es frecuente hallar varios tipos de microorganismos formando comunidades, por lo que, si se busca el aislamiento y cultivo de ciertas cepas de interés, lo más corriente es el empleo de técnicas de enriquecimiento. Estas requieren que los medios de cultivo y las condiciones de incubación sean selectivos para el organismo que se desea aislar y contraselectivos para el microbiota acompañante Madigan et al., (2003).

La micorriza es una asociación constituida por un conjunto de hifas fúngicas (micelio) que, al entrar en contacto con las raíces de las plantas, las pueden envolver formando un manto y penetrarlas intercelularmente a través de las células del córtex, como en el caso de la ectomicorriza o, como en el caso de la micorriza arbusculares, penetran la raíz, pero no se forma ningún manto (Camargo & Ricalde, 1999). Al mismo tiempo, las hifas se ramifican en el suelo, formando una extensa red de hifas capaz de interconectar, subterráneamente, a las raíces de plantas de la misma o de diferentes especies. Esta red de micelio permite, bajo ciertas condiciones, un libre flujo de nutrimentos hacia las plantas hospederas y entre las raíces de las plantas interconectadas, lo que sugiere que la micorriza establece una gran unión bajo el suelo entre plantas que, a simple vista, podrían parecer lejanas y sin ninguna relación (Finlay, 2008). Así, la micorriza ofrece a la planta hospedera y al ecosistema, diferentes beneficios en términos de sobrevivencia y funcionamiento Johnson et al. (1997).

## MÉTODOS Y MATERIALES

Se utilizaron: Suelos procedentes de: labranza convencional, siembra directa con 5, 10 y 15 años de antigüedad.

Probetas de 500 cm<sup>3</sup>, vasos de precipitado de 50, 250, 500 cm<sup>3</sup>. Balanza. Tamices de 850, 250, 106 y 50 µm. Portaobjetos. Cubreobjetos. Tubos falcón. Mortero. Centrifugadora. Papel filtro Whatman 5.

Las muestras se obtuvieron de suelos preparados bajo labranza

convencional y siembra directa con tres diferentes años de antigüedad. Para tomar las muestras se utilizó un barreno, introduciendo a 20 cm de profundidad. Se eligieron al azar puntos de muestreo en las parcelas con las diferentes labranzas, en cada punto se tomaron 5 submuestras para hacer una única. De cada uno de los tratamientos de tomaron 4 muestras (repeticiones), haciendo un total de 16 muestras (unidades experimentales). Las muestras se colocaron en bolsas y se etiquetaron de acuerdo al tratamiento correspondiente.

Estas se mantuvieron en refrigeración hasta el momento de los análisis. Las muestras fueron tomadas en tres oportunidades: en suelo descubierto, después de la germinación y en pleno desarrollo del cultivo. Para el aislamiento de esporas se siguió el método propuesto por Gerdemanmn & Nicolson, (1963), para el efecto se tomaron cuatro muestras de suelo de 200 g y se colocaron en vasos de precipitado. Los agregados de suelo se trituraron en mortero. A cada vaso de precipitado se le añadió 400 ml de agua destilada y las suspensiones se agitaron por una hora. Estas suspensiones se pasaron por tamices apilados de 850, 250, 106 y 63 µm. Con agua de grifo se facilitó el paso de las esporas por los tamices. El material retenido en los tamices de 106 µm y 63 µm se colocaron en tubos Falcon con agua, se centrifugó por tres minutos a 2000 rpm y se removió el sobrenadante. El sedimento se suspendió en una solución de sacarosa al 50 % y seguidamente se centrifugó nuevamente por dos minutos a 2000 rpm. El sobrenadante se colocó en papel filtro Whatman 5. Estos papeles se colocaron en placas de Petri para mantener en refrigeración hasta el momento del conteo. Las esporas, contenidas en placas de Petri, se observaron con un estereoscopio para realizar el conteo del número de esporas presentes. Con los valores encontrados se determinó la densidad.

Del total de esporas aisladas se tomó una muestra, éstas fueron clasificadas por morfotipos de acuerdo a su tamaño y color; para ello fueron montadas en portaobjetos utilizando polivinil lactoglicerol, PVLG y observadas con un microscopio compuesto para diferenciar las características de sus paredes (grosor, color, ornamentaciones), y de la hifa (presencia, forma, tamaño). Para ello se usó la clave taxonómica de Shenk y Pérez (1990) y las imágenes publicadas por el International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular Mycorrhizal Fungi, INVAM. La observación microscópica se realizó con los objetivos de 40X y 100X de inmersión. Para las medidas se empleó una regla micrométrica con 100 divisiones adaptada al ocular. La abundancia relativa se calculó como el número de esporas de un morfotipo o especie sobre el total de esporas aisladas multiplicado por 100.



El índice de Shannon-Wiener, como índice de diversidad, toma en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Es decir, contempla la riqueza y la abundancia de las especies.

Para el cálculo se emplea la fórmula Shannon que se indica en la ecuación 1.

Índice de Shannon-Wiener.

$$H' = -\sum(P_i S_{i=1} \times \log_2 P_i) \quad (1)$$

Dónde: H' se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies; Pi = Probabilidad de ocurrencia de una especie en particular y log2 = logaritmo de base 2 (Shannon, 2006).

## RESULTADOS

En las tablas 1, 2 y 3 se indican la densidad de hongos micorrizas bajo manejo convencional y conservacionista en suelo sin cultivo, en etapa de germinación y en pleno desarrollo del cultivo, respectivamente.

Tabla 1. Densidad de hongos micorrizas en suelo sin cultivo bajo manejo convencional y conservacionista.

Sistema de labranza	Convencional	Siembra directa con:		
		5 años	10 años	15 años
Promedio	12,25	19,75	16,50	15,25
Varianza	4,92	4,92	13,67	8,25
Intervalo de confianza (95 %)	10,08	17,58	12,88	12,44
CV %	18,10	11,20	22,40	18,80
%	19,22	30,98	25,88	23,92

Tabla 2. Densidad de hongos micorrizas en suelo en etapa de germinación, bajo manejo convencional y conservacionista.

Sistema de labranza	Convencional	Siembra directa con		
		5 años	10 años	15 años
Promedio	53,50	70,25	60,00	58,75
Varianza	93,70	18,23	9,98	22,94
Intervalo de confianza (95 %)	44,02	66,06	56,90	54,06
CV %	62,98	74,44	63,10	63,44
%	18,10	6,10	5,30	8,10
	22,06	28,97	24,74	24,23

Tabla 3. Densidad de hongos micorrizas en suelo en pleno desarrollo del cultivo bajo manejo convencional y conservacionista.

Sistema de labranza	Convencional	Siembra directa con		
		5 años	10 años	15 años
Promedio	41,25	65,25	54,25	50,75
Varianza	24,90	14,21	7,56	22,94
Intervalo de confianza (95 %)	36,36	60,56	51,55	47,05
CV %	46,14	69,94	56,95	54,45
%	12,10	5,80	5,10	9,40
	19,50	30,85	25,65	24,00

En las tablas 4, 5 y 6 se indican la abundancia y densidad de géneros de hongos micorrizas en suelo sin cultivo bajo manejo convencional y conservacionista, en etapa de siembra y en pleno desarrollo del cultivo, respectivamente. La cantidad corresponde a evaluaciones de 200 g de suelo.

Tabla 4. Abundancia y Densidad de géneros de hongos micorrizas en suelo sin cultivo bajo manejo convencional y conservacionista. La cantidad corresponde a evaluaciones de 200 g de suelo.

Sistema de labranza		Convencional	Siembra directa con			%
			5 años	10 años	15 años	
Glomus sp	Prom	10,25	16,75	10,50	11,50	77
	Var	2,917	14,333	17,000	7,000	--
Gigaspora sp	Prom	1,75	1,75	3,50	3,25	16
	Var	0,25	0,66	0,33	0,91	--
Acaulospora sp	Prom	0,25	1,25	2,50	0,75	7
	Var	0,012	0,002	0,003	0,002	--
	Índice H'	0,90	0,65	0,52	0,41	--

Prom = Promedio; Var = Varianza

## DENSIDAD Y ABUNDANCIA DE HONGOS MICORRIZAS EN SUELOS MANEJADOS BAJO LABRANZA CONVENCIONAL Y SIEMBRA DIRECTA

Tabla 5. Abundancia y Densidad de géneros de hongos micorrizas con suelo cubierto después de la siembra bajo manejo convencional y conservacionista. La cantidad corresponde a evaluaciones de 200 g de suelo.

Sistema de labranza		Siembra directa con				%
		Convencional	5 años	10 años	15 años	
Glomus sp	Prom	43,25	57,00	48,50	47,50	81
	Var	64,3	11,3	7,00	19,00	--
Gigaspora sp	Prom	6,25	8,50	7,25	7,25	12
	Var	0,90	0,30	0,30	0,30	--
Acaulospora sp	Prom	3,75	5,25	4,00	4,00	7
	Var	0,30	0,30	0,00	0,00	--
	Índice H'	0,61	0,62	0,61	0,61	--

Prom = Promedio; Var = Varianza

Tabla 6. Abundancia y Densidad de géneros de hongos micorrizas con suelo cubierto en desarrollo de cultivo bajo manejo convencional y conservacionista. La cantidad corresponde a evaluaciones de 200 g de suelo.

Sistema de labranza		Siembra directa con				%
		Convencional	5 años	10 años	15 años	
Glomus sp	Prom	27,00	43,00	35,75	33,50	66
	Var	8,70	6,70	4,90	11,00	--
Gigaspora sp	Prom	9,75	15,00	12,50	11,75	23
	Var	2,30	0,70	0,30	0,90	--
Acaulospora sp	Prom	4,50	7,25	6,00	5,50	11
	Var	1,0	0,30	0,00	0,30	--
	Índice H'	0,86	0,86	0,86	0,85	--

Prom = Promedio; Var = Varianza

Los valores de análisis de los suelos manejados bajo labranza convencional y siembra directa y evaluaciones de la densidad de hongos micorrizas se indican en la Tabla 7.

Tabla 7. Valores de análisis de los suelos manejados bajo labranza convencional y siembra directa y evaluaciones de la densidad de hongos micorrizas.

Manejo de suelo	Siembra directa con			
	Convencional	5 años	10 años	15 años
Capacidad Intercambio Catiónico Efectiva	10,54	9,64	7,24	12,63
Materia Orgánica (%)	2,6	3,0	3,6	3,9
Nitrógeno Total (%)	0,19	0,20	0,15	0,17
Arena (%)	19	23	28	19
Limo (%)	51	52	47	42
Arcilla (%)	30	25	25	39
Cantidad de micorrizas 1era. Eval.	12,25	19,75	16,5	15,25
Cantidad de micorrizas 2da. Eval.	53,50	70,25	60,00	58,75
Cantidad de micorrizas 3era. Eval.	41,25	65,25	54,25	50,75

Los parámetros de correlación entre características de los suelos y densidad de hongos micorrizas durante las tres evaluaciones realizadas se indican en la Tabla 8.

Tabla 8. Parámetros de correlación entre características de los suelos y densidad de hongos micorrizas durante las tres evaluaciones realizadas.

Evaluación	Primera	Segunda	Tercera
Intercambio Catiónico Efectiva	-0,32	-0,22	-0,30
Orgánica, %	0,22	0,06	0,20
Total, %	0,14	0,34	0,17
Arena, %	0,51	0,37	0,49
Limo, %	0,18	0,30	0,19
Arcilla, %	-0,46	-0,45	-0,45

## DISCUSIÓN

Durante la primera evaluación, en suelo descubierto, antes de la siembra; fueron contabilizadas 12,25 esporas viables de micorrizas en el suelo bajo labranza convencional.

En siembra directa con diferentes años de antigüedad de manejo se evidenció mayor densidad de hongos, aunque también se verificó mayor variabilidad, principalmente en siembra directa con 10 años, que presentó un coeficiente de variación, CV%, de 22,4 % y siembra directa con 15 años un CV% de 18,8 %.

El intervalo de confianza demuestra que en el suelo manejado bajo labranza convencional la cantidad de micorrizas presenta diferencias con respecto a los tres suelos manejados bajo siembra directa, toda vez que su rango fue de 10 a 14,4 esporas siendo estos valores menores a la cantidad encontrada en los otros suelos. Dentro de los suelos bajo siembra directa se observa que con una antigüedad de 5 años se encuentran más esporas que en los suelos que llevan 10 y 15 años, registrándose un intervalo entre 17,6 y 22 esporas. Esta situación sugiere que los cambios en el suelo por falta de preparación durante 10 o 15 años provocarían un ambiente menos apto para las micorrizas.

Con relación a estos resultados encontrados Kabir & Koide señalan que: mientras el suelo se mantenga al desnudo durante su preparación, la viabilidad de las hifas decrece bruscamente, por ausencia de plantas hospedantes. (Kabir & Koide, 2000) Considerando que los muestreos permiten monitorear la presencia de estos microorganismos benéficos al suelo y los cultivos y determinar su distribución espacial, se comparó los valores de la varianza relacionado a su promedio basados en las propuestas de Sermeño & Rivas (2004) quienes señalan: que una de las formas más simples de establecer la distribución espacial de un organismo es a través de la simple comparación de las medias y varianzas. Cuando la media es mayor que la varianza, la población se distribuye uniformemente en el espacio. Por lo que, los datos obtenidos señalan una distribución uniforme en los cuatro suelos estudiados.

Con respecto a la abundancia de los hongos micorrizas en el suelo manejado con siembra directa se registró mayores porcentajes comparados a labranza convencional, atribuyéndose este resultado a un manejo más amigable con el ambiente. Dentro de los suelos trabajados con siembra directa se observó que el 31% de las esporas viables de micorriza se presentaron en la siembra directa el área con 5 años de antigüedad.

En la segunda evaluación, al inicio del cultivo, fueron contabilizadas 53,5 esporas viables de micorrizas en el suelo bajo labranza convencional. Mientras que en siembra directa con 5 años de registraron 70 esporas viables; con 10 años se contó 60 esporas y con 15 años de antigüedad se registró 59 esporas. En esta evaluación a pesar de que se observó mayor cantidad de esporas comparada al primer momento se verifica una marcada reducción en la variabilidad de estos microorganismos; los coeficientes de variación son marcadamente menores en siembra directa, registrando valores de 6,1; 5,3 y 8,1 % respectivamente.

En tanto que en el suelo bajo labranza convencional se presentó la mayor variabilidad, 18,1 %. Con relación a los valores obtenidos en el intervalo de confianza en el suelo manejado bajo labranza convencional la cantidad de micorrizas presenta diferencias con respecto a los tres suelos manejados bajo siembra directa, el intervalo calculado 44 hasta 63 esporas viables es menor a los valores determinados en siembra directa.

Dentro de los suelos bajo siembra directa se observa que, con 5 años, el intervalo de esporas es superior a la cantidad de esporas que en los suelos que llevan 10 y 15 años, estas últimas tienen intervalos similares. Con respecto a la densidad de los hongos micorrizas, el suelo manejado con siembra directa registró mayores porcentajes comparados a labranza convencional, atribuyéndose este resultado a un manejo más amigable con el ambiente.

Dentro de los suelos trabajados con siembra directa se observó que el 29 % de las esporas viables de micorriza se presentaron en el área con 5 años de antigüedad, mientras que con 10 y 15 años la abundancia relativa fue de 24 %. La mayor cantidad de esporas viables verificadas en segundo momento evaluado podría atribuirse a la presencia del cultivo hospedero. Al respecto (de Souza, Sturmer, Carrenho, & Trufem, 2010) afirman: que los hongos micorrízicos arbusculares son organismos biotróficos obligatorios, que se asocian con raíces de plantas vasculares terrestres, epífitas, acuáticas. Por su parte, (Fernández, 2003) asegura que la simbiosis micorrízica en cultivos de ciclo corto se desarrolla de manera secuencial, como vegetal, de acuerdo a las fases fenológicas de la planta hospedante.

En todos los suelos bajo siembra directa se evidenció mayor densidad de hongos comparado a lo encontrado en labranza convencional, de igual manera se verificó mayor variabilidad, en este suelo, registrando un valor de CV% de 12 %. Analizando el intervalo de confianza, se observa que el suelo manejado bajo labranza convencional es menor significativamente (36,4 – 46,1 esporas) a los valores encontrados en los otros tres suelos.

Con respecto a la abundancia de los hongos micorrizas el suelo manejado con siembra directa registró porcentajes de 30,8 %; 25,7 % y 24,0 % siendo superiores al suelo de labranza convencional (19,5 %). Este comportamiento se presentó en los tres momentos evaluados. La mayor densidad de esporas viables se encontró en el suelo manejado con siembra directa con 5 años de antigüedad. Resultados similares a los encontrados en el presente documento fueron encontrados por Kabir et al., (1998) citados por (Schalamuk, Velázquez, Chidichimo, & Cabello, 2003) quienes observaron, en los primeros 5 cm de suelo, un mayor número de esporas en maíz bajo siembra directa en relación con labranza convencional. Estos mismos autores encontraron mayor cantidad de esporas en siembra directa en el macollaje, comparado a labranza convencional, en tanto que en la floración y llenado de grano no se registraron diferencias entre ambos sistemas de manejo de suelo.

En la evaluación con suelo descubierto, antes de la siembra, se observó tres géneros de micorrizas: *Glomus*, *Gigaspora* y *Acaulospora*. En todos los suelos estudiados se observó mayor proporción de esporas del género *Glomus*. A ese respecto (Fernández, 2003) asegura que las especies del género *Glomus* tienen un amplio rango de distribución funcional con predominio en ecosistemas de alta y media fertilidad, donde resultan extremadamente eficientes y competitivas.

En relación a la distribución espacial, en función de los valores de promedio y de varianza se determinó uniformidad en la distribución, a excepción de *Glomus* en siembra directa con 10 años de antigüedad, donde la distribución fue aleatoria.

Analizando la diversidad de las especies se calculó en un valor de  $H = 0,90$  en el suelo manejado bajo labranza convencional, este valor señala que la diversidad es baja, presentando *Glomus* una mayor proporción. En los suelos bajo siembra directa se calculó  $H'$  en un rango de 0,65 a 0,41; valores que señalan que a pesar de haber poca diversidad de géneros de hongos micorrizas, las cantidades relativas son más homogéneas que el suelo convencional.

En la evaluación después de la siembra se observó tres géneros de micorrizas: *Glomus*, *Gigaspora* y *Acaulospora*, similar a lo observado en el primer momento. En todos los suelos estudiados se observó mayor proporción de esporas del género *Glomus*.

Analizando la diversidad de las especies se calculó en un valor de  $H = 0,61$  en el suelo manejado bajo labranza convencional, valor similar a los calculados en los suelos bajo siembra directa,

los que registraron 0,62 con 5 años, 0,61 con 10 y 15 años. Estos resultados sugieren que la diversidad es baja, presentando *Glomus* una mayor proporción.

La evaluación en el momento de desarrollo de cultivo, se observó los mismos tres géneros de micorrizas respecto a las anteriores evaluaciones, en todos los suelos estudiados se observó mayor proporción de esporas del género *Glomus* el 66 %. El índice H fue de 0,86 indicando la predominancia de un género sobre los otros.

En general, se puede señalar que en los tres momentos evaluados los valores de diversidad indicaron predominancia del género *Glomus* de la misma manera la abundancia entre los cuatro suelos fue similar al inicio del cultivo y durante el desarrollo, con una leve proporción a favor del suelo con 5 años de siembra directa. Mientras que se observó mayor abundancia de esporas durante la preparación del suelo, en el suelo con 5 años de siembra directa.

El género *Glomus* tiene una amplia distribución, por lo que se le ha considerado generalista (Oehl et al., 2003). La dominancia de *Glomus* en los suelos agrícolas estudiados se debe posiblemente a que cuenta con un micelio extrarradical altamente infectivo, mientras que otros géneros como *Gigaspora* se desarrollan frecuentemente a partir de esporas (Hart, 2002).

La densidad de esporas viables de hongos micorrizas fue superior en 20% en el inicio del desarrollo del cultivo respecto al suelo descubierto anterior al cultivo este resultado se podría atribuir a la presencia de un hospedero y de mejores condiciones medio ambientales para este tipo de microorganismos.

Los tres géneros encontrados, *Glomus sp*, *Gigasporas sp*, *Acaulosporas sp*, mostraron una abundancia específica en cada momento de evaluación. En el primer momento se observó mayor abundancia en siembra directa con 10 y 15 años, en tanto que en el segundo y tercer momento las proporciones fueron similares en los 4 tratamientos con valores cercanos a 25%.

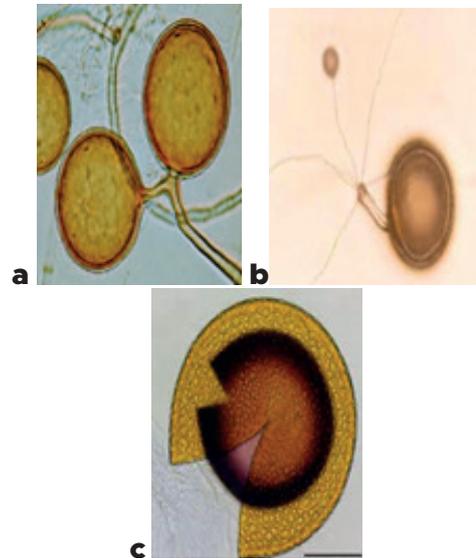


Figura 1. Géneros de micorrizas: a) *Glomus*, b) *Gigaspora* y c) *Acaulospora*.

No se encontró correlaciones significativas en ninguna de las características químicas del suelo, siendo en todos los casos valores de coeficientes menores a 0,5.

## REFERENCIAS

- Álvares, C., & Rusinque. (2006). Aislamiento y caracterización de bacterias solubilizadoras de fosfato a partir de suelos algodones, departamento de Cesar y Meta. Bogota: Proyecto de trabajo de grado universidad Javeriana.
- Camargo, & Ricalde, S. (1999). Hongos micorizógenos arbusculares. Mexico: Sociedad Botánica de Mexico.
- Casão, J. C., Castro Filho, J., Henklain, M., & Vieira, R. (1991). Métodos de labranza y conservación del suelo y el agua en el sur de Brasil. Sciencedirect, 2-4.
- De Souza, F., Sturmer, S., Carrenho, R., & Trufem, T. (2010). Classificação e taxonomia de fungos micorrizicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil. En J. Siqueira, F. Souza, E. Cardoso, S. Tsai, & UFLA (Ed.), Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil (págs. 15 - 73). Lavras, Brasil.
- Fernández, F. (2003). La simbiosis micorrizica arbuscular. En R. Rivera, & K. Fernández, Manejo efectivo de la simbiosis micorrizica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: el Caribe (pág. 166). La Habana, Cuba: INCA.
- Finlay, R. (2008). Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis. Journal of Experimental Botany. Fitter AH; Garbaye J. (1994). Interactions between mycorrhizal fung and other soil organisms. En G. J. Fitter AH, Interactions between mycorrhizal fung and other soil organisms (págs. 159: 123 - 133). Plant and soil.
- Gerdemanm, J., & Nicolson, H. T. (1963). Spores of mycorrhizal endogonespecies extracted from soil by wet sieving and decanting. 235-244.
- Hart, M. &. (2002). Taxonomic Basic for variation in the colonizations strategy of arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist, 153: 335-344.
- Johnson, N., Graham, J., & Smith, F. (1997). Functioning of mycorrhizal association along the mutualism-parasitism continuum. New Phytologist.
- Kabir, Z., & Koide, R. (2000). The effect of dandelion or a cover crop on mycorrhiza inoculum potential, soil aggregation and yield of maize. Agriculture, Ecosystems and Environment, 78(2), 167 - 174. doi:10.1016/S0167-8809(99)00121-8
- Mad, I. (2018). Síntesis nacional de la degradación de los suelos por erosión en Colombia. Obtenido de Open biblio: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023648/Sintesis.pdf>
- Madigan, Martinko, & Parker. (2003). Brock Biología de los Microorganismos. 2: Pearson Education.
- Oehl, F. E. (2003). Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europa applied and environmental Microbiology. Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europa applied and environmental Microbiology, 69: 2816-2824.
- Schalamuk, S., Velázquez, S., Chidichimo, H., & Cabello, M. (2003). Efecto de la siembra directa y labranza convencional sobre la colonización micorrizica y esporulación en trigo. Boletín Micológico, 18, 15 - 19.
- Schenck, N. C., & Pérez, Y. (1990). Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. Inglaterra: Gainesville, FL: Synergistic Publications.
- Sermeño, J. M., & Rivas, A. W. (2004). Muestreo de plagas. Muestreo de Plagas, 147.

CITA

