

RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD DE MICELIO EXTERNO DE HONGOS MICORRIZICO Y ALGUNAS PROPIEDADES DEL SUELO BAJO DOS SISTEMAS DE SOMBRÍO EN CAFÉ, MESETA DE POPAYÁN, COLOMBIA¹

RELATION BETWEEN EXTRARADICAL MYCELIUM LENGTH OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND SOME PROPERTIES OF THE GROUND UNDER TWO SHADING SYSTEMS OF COFFEE, PLATEAU OF POPAYÁN¹

IVÁN ENRIQUE PAZ N.² ; MARINA SÁNCHEZ DE P³

PALABRAS CLAVE:

Hongo micorrízico arbuscular (HMA), Micelio externo, café variedad Colombia y sombrío.

KEYWORDS:

Arbuscular mycorrhizal hyphae (AMH), extraradical mycelium, Colombian variety coffee and shade

RESUMEN

En la vereda Figueroa, municipio de Popayán, Departamento del Cauca, en ocho fincas ubicadas entre 1750 y 1800 m.s.n.m, se estimó la actividad de HMA (hongos micorrízico arbusculares) en suelos cultivados con café variedad Colombia mediante la estimación de la longitud del micelio externo, para relacionarla con algunas propiedades del suelo y el sistema de sombrío empleado. Entre 0 y 10 cm de profundidad y en época de cosecha de grano (junio/05) se tomaron muestras para determinar algunas propiedades físicas, químicas y longitud de micelio externo. Adicionalmente, tres muestreos más en julio, agosto y octubre, para estimar longitud de micelio externo durante el tiempo. En ambos sistemas de manejo (libre exposición y sombrío medio), se encontró incremento de micelio en el muestreo de agosto, mes de máximo verano. La longitud de micelio externo de los HMA, respondió positivamente al contenido de fósforo, en suelos que por naturaleza contienen bajos niveles, caso de los suelos de la meseta de Popayán. Estadísticamente se encontró dependencia directa y significativa del micelio externo con el contenido de materia orgánica, nitrógeno, disponibilidad de fósforo y densidad aparente e influencia directa y significativa sobre el estado de agregación del suelo.

ABSTRACT

In Vereda Figueroa, municipality of Popayán, Department of Cauca, in eight farms located between 1750 and 1800 above sea level the developed activity of AMH (arbuscular mycorrhizal hyphae) in grounds cultivated with Colom-

Recibido para evaluación: Diciembre 5 de 2006. Aprobado para publicación: Febrero 5 de 2007

1 Artículo derivado de Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis Suelos

2 Ing. Agr. MSc. Magíster. Universidad del Cauca.

3 Ing. Agr. Doctor. Universidad Nacional de Colombia Palmira. pragersa@andinet.com

bia variety coffee plants was estimated to relate it with some properties of the soil and the shading system used. Samples were taken between 0 and 10 cm. of depth and in the grain harvesting season (June/05) to determine physical, chemical properties of the soil and extraradical mycelium length. In addition, 3 more samples were collected in July, August and October, to estimate extraradical mycelium length. In both systems of handling (free exhibition and shade medium), was increase of mycelium in the August sampling, month of maximum summer. The extraradical mycelium length of the HMA, responded to the phosphorus content positively, in grounds that by nature contain low levels, case of grounds of the plateau of Popayán. Statistically, direct dependency and significant of micelio external with the content of organic matter, nitrogen, availability of phosphorus and density it pretends and it influences direct and significant on the state of aggregation of the ground, was found.

INTRODUCCIÓN

Múltiples estudios han comprobado el beneficio del sombrío sobre el cultivo de café, encontrándose que contribuye a la conservación del suelo mejorando las características físicas [1], disminuyendo la evaporación desde la superficie y amortiguando las temperaturas [2]. En los cafetos, mejora la tasa de fotosíntesis [3], disminuye el número y el costo de las desyerbas, conduce a disminuir el uso de fertilizantes [4], y mejora las propiedades organolépticas del café [5]. Sin embargo sobre el efecto que produce el sombrío en la actividad de los HMA (hongos micorrizico arbusculares) asociados a la rizosfera de café, poco se ha investigado.

Estudiar la actividad de HMA es importante por que genera información sobre la dinámica de los nutrientes en el suelo cultivado. El mejor indicador es la longitud del micelio externo. Esta es la estructura más importante, por formar la interfase entre el suelo y la planta [6]. Es fundamental en la transferencia de nutrientes que se difunden lentamente en el suelo como el fósforo, como consecuencia se cree que hay mejoría en las relaciones hídricas en la planta [7]. Miller y Jastrow, indican que el micelio externo mejora las condiciones físicas del suelo favoreciendo la agregación, al generar redes indispensables para la formación de macro agregados, además de los beneficios en el mantenimiento de las plantas [7]. Se ha logrado establecer relaciones entre la longitud del micelio externo, con factores como: propiedades físicas del suelo, labranza, cobertura del suelo, tipo de cultivo, disponibilidad de fósforo, entre otros [8, 9, 7].

Teniendo en cuenta la poca información existente sobre el efecto que ejerce el sombrío sobre la actividad de los HMA, se planteó esta investigación de carácter exploratorio con el objetivo de: establecer relación entre el desarrollo del micelio externo con algunas propiedades físicas, químicas y el sombrío establecido en algunos cafetales.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la vereda Figueroa ubicada en el Municipio de Popayán (1750 – 1850 m.s.n.m, 16 - 20°C, precipitación entre 1850 y 2300 mm, humedad relativa entre 68 y 82 % y suelos melanudans [10], se escogieron cuatro fincas con café variedad Colombia bajo sombrío medio y cuatro a libre exposición.

En cada finca, un lote con aproximadamente 200 árboles de café, se dividió en dos (parte alta y baja) cada parte y se muestreó por triplicado entre 0 y 10 cm, considerando que a esta profundidad se desarrolla el 52.3 % de las raíces absorbentes del cafeto [11].

En época de cosecha de grano (junio/05) se tomaron muestras para determinar algunas propiedades físicas, químicas y longitud de micelio externo. Adicionalmente, tres muestreos más en julio, agosto y octubre del mismo año, para estimar la longitud de micelio externo a través del tiempo y su relación con el sombrío (Tabla 1).

Los resultados obtenidos para cada variable se analizaron mediante estadígrafos como promedio (propiedades físicas y químicas del suelo), coeficiente de variación, correlaciones, pruebas de comparación de promedios; DMS (longitud de micelio externo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades físicas y químicas

Los suelos estudiados presentaron dos tipos de textura; suelos francos (La Esperanza, Eucaliptos, El Ocaso, El Olvido y La Curva) y suelos franco arenosos (Pastal, El Recreo y El Roble). No se encontró limitantes de carácter físico para el establecimiento del cultivo de café. Los suelos estudiados mostraron características pro-

pías de andisoles, como baja densidad aparente, buen contenido de materia orgánica, excelente porosidad, conductividad hidráulica rápida y alta capacidad de agregación (Tabla 2). A pesar de la acidez y la baja disponibilidad de nutrientes como fósforo, calcio, magnesio, cobre y boro estos suelos también presentaron aptitud para el cultivo de café (Tabla 3).

Longitud de micelio externo de HMA

La tendencia a través del tiempo mostró diferencias significativas en la actividad biológica en función de la longitud de micelio externo durante las épocas de muestreo realizadas. La prueba de DMS (5%) comprobó que los mayores promedios ocurrieron durante el tercer (agosto 30) y cuarto muestreo (octubre 8). La evolución de esta variable sigue tendencias similares en el tiempo en los dos sistemas de manejo (Tabla 4).

En ambos sistemas de manejo, se encontró incremento de micelio en el muestreo de agosto, debido posiblemente a que durante este mes -época de máximo verano-, se incrementa en la zona; el brillo solar, la temperatura, disminuyen las precipitaciones, en consecuencia baja la humedad del suelo y los nutrientes se hacen menos disponibles [14]. Bajo estas condiciones aumenta la actividad de los HMA produciendo más micelio para permitir la exploración de nutrientes especialmente el fósforo y mejorar la relación hídrica en la planta [15, 16, 17].

La correlación de la longitud acumulada de micelio externo por periodo de evaluación con la temperatura del suelo obtenida en cada fecha de muestreo, no presentó relación significativa, tanto en fincas bajo sombrío medio como a libre exposición. Por el contrario la correlación fue significativa con la precipitación y temperatura ambiente (Figura 1), directa con la temperatura e indirecta con la precipitación. Se encontraron relaciones similares al evaluar la biomasa microbiana en los mismos cafetales [18]. Con el tipo de sombrío no se encontró relación significativa.

Por el contrario, los coeficientes de correlación indicaron relaciones significativas y directas con materia orgánica (0.77**), nitrógeno (0.80**), estado de agregación del suelo (0.78**), la disponibilidad de fósforo (0.78**) y densidad aparente (0.62*).

La relación con la materia orgánica y el estado de agregación del suelo, se asocia a que tanto las raíces con el micelio externo -hifas- amarran los microagregados del suelo para formar macroagregados, los cuales son estabilizados por polisacáridos extracelulares que se ubican en la superficie de las mismas y para luego adicionarse al suelo [9, 19]. Estos polisacáridos se originan a partir de la descomposición de la materia orgánica por acción microbiana [9].

En suelos estabilizados por la materia orgánica, tal estabilidad depende de la cantidad de materiales orgánicos,

Tabla 1. Relación de variables evaluadas en la rizósfera de café

Propiedad	Parámetro	Metodología	Frecuencia de muestreo
Físicas	Textura	Pipeta	(12)
	Densidad aparente	Cilindro	(13)
	Conductividad hidráulica	Cabeza constante	(12)
	Distribución de agregados	Yoder	(12)
Químicas	pH	Potenciometría	(12)
	% materia orgánica	Titulación	(12)
	Fósforo	Bray II	(12)
	Potasio y Sodio	Fotometría de llama	(13)
	Calcio y magnesio	Absorción atómica	(13)
Biológicas	Micelio externo	Tinción	(8)
		Conteo	(9)
			Cuatro muestreos, uno cada mes (junio, julio, agosto, Octubre /05)

Tabla 2. Rangos de valores de algunas propiedades físicas en suelos de Figueroa - Popayán

	Tipo	D. Aparente	Humedad	C. Hidraulica	Estado	Índice
	Sombrío	g.cm^{-3}	%	cm/hora	Agregación %	Estabilidad
Rango	Medio	0,69–0,72	67,0-70.8	11.8-19.9	96.6-99.5	0.01-0.03
Rango	Libre	0,62-0.71	60.7-71.2	5.9-120	98.1-99.3	0.01-0.03

Tabla 3. Rangos de valores de propiedades químicas en algunos suelos de Figueroa – Popayán

Finca	Tipo	pH	M.O	N	P	Ca	Mg	K
	Sombrío		%	%	ppm	*	*	*
Rango	Medio	4.8-5.9	9.6-12.4	0.5-0.6	4.4-5.9	1.2-9.5	0.3-2.4	0.5-0.8
Media		5,4	10,8	0,5	5,0	4,0	1,0	0,6
Rango	Libre	5.3-5.7	4.2-10.9	0.2-0.5	2.6-4.3	1.8-4.4	0.7-1.3	0.3-0.7
Media		5,6	8,5	0,4	3,7	3,0	1,0	0,5

* cmol-Kg^{-1}

Tabla 4. Longitud de micelio externo (m) en los suelos estudiados cultivados con café

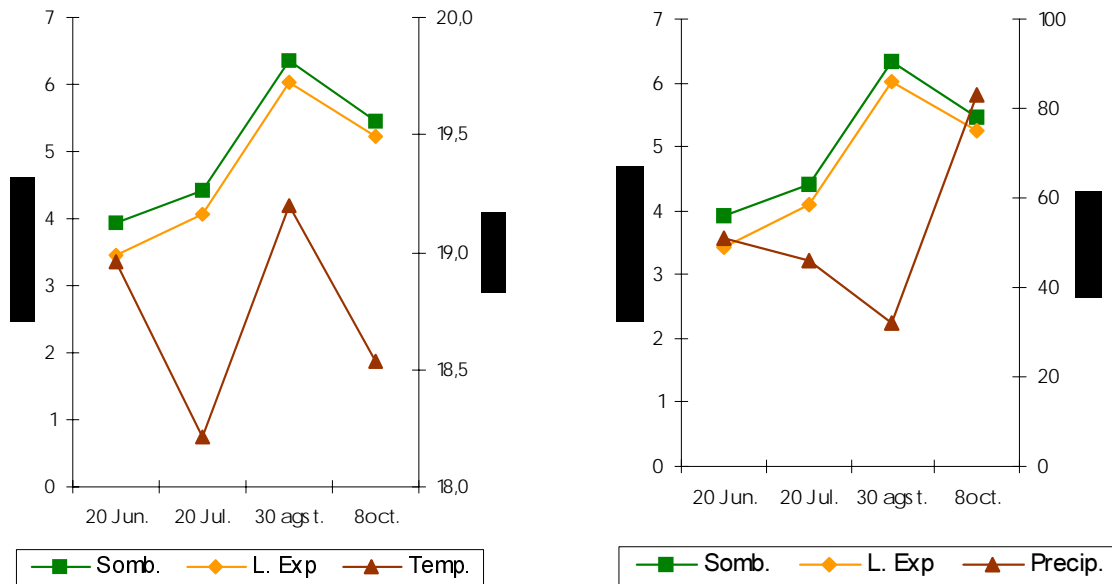
Tipo sombrío	Finca	m/gss							
		20- Jun	C.v	20- Jul	C.v	30-agos	C.v	8 oct	C.v
Medio	El Pastal	3.5	16.8	3.8	16.6	5.6	12.9	4.7	7.3
Medio	La Esperanza	4.5	4.9	4.9	9.5	7.4	4.1	6.5	19.6
Medio	El Recreo	4.3	14.5	4.5	13.4	6.0	16.4	5.2	2.7
Medio	Eucaliptos	3.4	18.0	4.4	3.2	5.1	13.3	4.5	6.1
Acumulado periodo		3.9		4.4		6.0		5.2	
Libre	El Ocaso	4.2	13.7	4.6	6.4	6.6	5.4	5.9	16.0
Libre	El Roble	3.2	39.7	3.7	16.9	5.5	2.1	4.9	5.9
Libre	El Olvido	2.4	0.8	3.4	9.3	7.4	0.5	6.1	2.4
Libre	La Curva	4.3	11.2	4.6	21.9	6.9	20.2	6.0	22.6
Acumulado periodo		3.5		4.1		6.6		5.7	

biomasa microbiana y longitud de micelio externo de HMA existentes [20].

En cuanto la disponibilidad del fósforo, el micelio externo de HMA es la estructura más importante, por formar la interfase entre el suelo y la planta, fundamental en la transferencia de nutrientes que se transportan lentamente en el suelo, como es el caso del fósforo [6]. Se ha de-

mostrado mayor efecto de los HMA y mayor colonización en la raíz, en suelos con baja disponibilidad de fósforo [21].

El análisis por finca (DMS 5%), corroboró que la longitud de micelio externo de los HMA, respondió positivamente al contenido de fósforo, en suelos que por naturaleza contienen bajos niveles, es el caso de los suelos

Figura 1. Relación entre temperatura, precipitación, longitud de micelio externo de HMA y tipo de sombrío en café.

de la meseta de Popayán. Sin embargo, esta respuesta positiva tiene límites, puesto que, en suelos que sobrepasan un contenido de P disponible de 50 mg/Kg, la colonización y los beneficios de los HMA decrecen rápidamente [22, 23, 24].

CONCLUSIONES

La actividad de los HMA en términos de micelio externo fue sensible a los cambios ambientales. La precipitación la deprime mientras la temperatura ambiente la favorece.

Algunas características físicas y químicas influyeron directamente sobre el crecimiento del micelio externo especialmente densidad aparente, contenido de materia orgánica, disponibilidad de nitrógeno y fósforo.

Se corroboró la influencia del micelio externo sobre el estado de agregación del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a: La Universidad Nacional – Palmira, por permitir el uso de laboratorios, a la Universidad del Cauca, y Comité de Cafeteros del Cauca, por la ayuda financiera que permitió adelantar la tesis de maestría en Ciencias Agrarias al primero de los autores.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CARDONA, D., SADEGHIAN, S, 2005. Beneficios del sombrío de Guamo en suelos cafeteros. *CENICAFÉ. Avances Técnicos* 335. Mayo.
- [2] RIVERA, J. H.; GOMEZ A., A. 1992. El sombrío en los cafetales protege los suelos de la erosión. *Avances Técnicos Cenicafé (Colombia)*, No. 177:1-8.
- [3] JARAMILLO R., A.; GOMEZ G., L. 1989. Microclima en cafetales a libre exposición solar y bajo sombrío. *CENICAFÉ (Colombia)* 40(3):65-79.
- [4] FARFÁN, F., MESTRE, A. 2005. Manejo del sombrío y fertilización del café en la zona central colombiana. *CENICAFÉ. Avances Técnicos* 331. Enero.
- [5] ALARCON M.; ALDABAL R., M.; MARTINEZ, J., 1996. Influencia del sol y la sombra en la calidad y el rendimiento del grano de café. *Centro Agrícola (Cuba)* 23(13):11-16.
- [6] JAKOBSEN, I. 1995. Transport of phosphorus and carbon in VA mycorrhizas. Pp297 – 324. En: VARMA, A. Y HOCK, B. *Mycorrhiza: Structure, function, molecular biology and Biotechnology*. Springer-Verlab, Berlin. 747p.
- [7] REYES, J. 2001. Micelio Externo de Hongos Micorrícicos Arbusculares y su potencial influencia en la recuperación de suelos degradados de laderas del Cauca, Colombia. Tesis de grado Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

- [8] BORIE, F., RUBIO, R., MORALES, A., CASTILLO, C. Relación entre densidad de hifas de hongos micorrizógenos arbusculares y producción de glomalina con las características físicas y químicas de suelos bajo cero labranza. *Revista Chilena de historia natural*. Universidad de la Frontera, Chile. 2000.
- [9] TORRES R. 2000.. Papel del micelio externo que forman las micorrizas arbusculares asociadas con barbecho mejorado en suelos de ladera en Pescaador (Cauca). Universidad Nacional. Palmira. 89p.
- [10] GÓMEZ, L.; CABALLERO, R. y RINCÓN, B. 2000. Ecotopos cafeteros de Colombia – zonificación agroecológica. FEDECAFE. Bogotá.
- [11] FEDECAFÉ, 2003. Descripción morfológica, Módulo 2, Curso virtual sobre café. Santa Fé de Bogotá. 26p.
- [12] IGAC. 1990. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Bogota D.E. 502 p.
- [13] MALAGON, D. y MONTENEGRO, H. 1990. Propiedades físicas de los suelos. IGAC. 813p.
- [14] SWISHER, M. 1999. Manual para los estudios de campo, Módulo 1 La Ecología de la Parcela. Universidad de la Florida. 84p.
- [15] SIQUEIRA, J. O. Y FRANCO, A. A. 1988. Biotecnología do suelo. Brasilia: MEC Ministerio de Educación, ABEAS, Lavras. 236 p.
- [16] CARDOSO, E. Y FREITAS, S. 1.992. La rizosfera. En: Cardoso, E., Tsai, S. y Neves, M Coord. Microbiología do solo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Pp. 41 - 57.
- [17] SANCHEZ DE P., M. 2006. Manejo ecológico de los suelos. Universidad Nacional. Palmira. 40 p.
- [18] PAZ, I. E., SÁNCHEZ M. y SADEGHIAN S., 2006. Relación entre dos sistemas de sombrero de café y algunas propiedades del suelo en la meseta de Popayán. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. *Acta Agron*. Vol 55. (4). Pp 1-6.
- [19] TISDALL, J. M. 1994. Possible rol of soil microorganisms in aggregation in soils. *Plant & Soil*. 159: 115 – 121.
- [20] TISDALL, J. M. 1996. Formation of soil agregates and accumulation of soil organic . mather In: CARTER, M. and STEWARD, B.A. Structure and organic mather storage in agricultural soils. Lewis Publishers.
- [21] MCGONIGLE T. P. & MILLER M. H. 1990. Effect of degree of soil disturbance on mycorrhizal colinization ad phosphorus absorption by maize in growth chamber and field experiments. *New Phytologist* 116: 630 – 638.
- [22] SIQUEIRA, 2000. Micorrizas” la nueva tecnología biológica para una caficultura sostenible, segundo seminario internacional. Popayán.
- [23] SIEVERDING, E. 1991. Vesicular - arbuscular micorriza management in tropical agroecosistem. GTZ Federal Republic of Germany. 370 p.
- [24] SÁNCHEZ DE P., M. y GÓMEZ L., E. D. 2000. El suelo: un sistema vivo. Cuaderno ambiental No 1. Universidad Nacional de Colombia - Palmira. Instituto de Estudios Ambientales. 14p.