

POBLACIONES MICROBIANAS ASOCIADAS CON DIFERENTES PRACTICAS AGRONOMICAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA, EN LA COSTA NORTE DE COLOMBIA

Eyder D. Gómez L.¹ - Marina Sánchez de P.²
Mabrouk El-Sharkawy³ - Luis F. Cadavid³

COMPENDIO

En suelos arenosos - Cambic arenosol (FAO) de la Costa Norte de Colombia se sembró yuca (*Manihot esculenta* Crantz) durante ocho ciclos consecutivos de cosecha (1998 -1996) y se estudió el efecto de la aplicación de: (1) cobertura vegetal muerta "mulch" a partir de residuos de *Panicum maximum* L., (2) moderada aplicación de N, P, K y (3) labranza, sobre los rendimientos de la yuca, calidad de raíces y propiedades del suelo. En 1995 II y 1996 I se estimaron en este ensayo las poblaciones bacterianas, actinomicetos, fijadores de N₂, hongos y las interacciones de ellas en la productividad del cultivo. Se encontró que en la medida que se transforma el hábitat edáfico por las prácticas agronómicas, también se modifican las poblaciones microbianas que se albergan en el suelo. A pesar de que la labranza estimuló el número de microorganismos en el suelo, no influyó sobre los rendimientos de la yuca en estos suelos. En las parcelas donde se ha aplicado mulch, el porcentaje de materia orgánica se ha incrementado en el tiempo y allí se encontraron los mayores aumentos en las poblaciones microbianas.

Palabras clave: microorganismos del suelo, yuca, *Manihot esculenta* Crantz, cobertura vegetal

ABSTRACT

MICROBIAL POPULATIONS ASSOCIATED TO A DIFFERENT AGRONOMICAL PRACTICES FOR CASSAVA GROWING *Manihot esculenta* Crantz AT THE NORTHERN COAST OF COLOMBIA

This assay was done with the aim of observing the influence of some agronomic practices in growing Cassava, over the microbial populations in soil. In sandy - Cambic arenosol (FAO)- of the northern coast of Colombia was sown Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) during eight consecutive cycles of harvest (1988 -1996) and was studied the effect of the application of: (1) mulch, made from *Panicum maximum* L., (2) mild application of N, P and K, and (3) plowing over the Cassava yield, quality of the roots and soil properties. In 1995-II and 1996-I were estimated the bacterial population, actinomycetes, fixing N₂, fungi, and the interaction among there, and the productivity of the cassava field. It was found that when the biotic ambient is transformed by the agronomical practices, the microbial population is also modified. Despite the plowing stimulated the number of microorganisms in the soil, it did not influenced the cassava yield. In the plots where the mulch was applied, the percentage of organic matter has been increased with the time, and in such place was found the highest increment in the microbial populations.

Keys Words: microorganisms the soil, cassava, *Manihot esculenta* Crantz, mulch

INTRODUCCION

Con el fin de mejorar la sostenibilidad de este agroecosistema en la Costa Norte de Colombia, durante ocho ciclos de cosecha (1988 -1996) se estudió el efecto de (1) cobertura vegetal muerta (mulch) a partir de residuos de *Panicum maximum* L., (2) moderada aplicación de N, P y K y (3) labranza, sobre los rendimientos de la yuca, calidad de raíces y propiedades del suelo (Cadavid et al, 1998).

Los resultados indicaron que en suelos arenosos pobres, son convenientes las aplicaciones de mulch y/ o fertilización. Esto corrobora la importancia de la materia orgánica sobre la fertilidad del suelo y el rendimiento de los agroecosistemas y genera inquietudes acerca de la participación de la biota del suelo, en especial de las poblaciones microbianas encargadas de este ciclaje.

¹ Ing. Agr. Estudiante de Maestría en Suelos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira; ² Profesora Titular. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, A.A 237; ³ Ing. Agr., Ph.D. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Cali AA. 6713. ⁴ Ing. Agr. M.Sc., CIAT, Cali, A.A. 6713

En las poblaciones y actividades de los microorganismos juegan papel fundamental, la materia orgánica y las arcillas y factores como humedad, temperatura, aireación, nutrición de la planta y luz suplementaria para las mismas particularmente en donde estas condiciones pueden ser negativas a la comunidad del suelo, al igual que factores intrínsecos a la planta, como especie y/o cultivar, edad y estado fisiológico de ella. (Barea y Azcón, 1982; Paul and Clark, 1989; Cardoso et al, 1992).

La importancia del componente microbiano en el suelo radica en su ubicuidad, diversidad y gran número de funciones que son capaces de realizar aún en los ambientes más inhóspitos: al alimentarse de materia orgánica son cruciales en la liberación de nutrientes inmovilizados en los restos vegetales y otros materiales; participan en la formación de sustancias complejas como el humus; producen sustancias quelatantes, llevan a cabo reacciones enzimáticas de óxido - reducción; modifican con su acción el pH del suelo; reducen formas oxidadas de varios nutrientes; originan ácidos orgánicos e inorgánicos los cuales a su vez solubilizan compuestos inorgánicos; transformaciones bioquímicas como la fijación biológica de N_2 , amonificación, nitrificación, desnitrificación y reducción de fosfatos no serían posibles sin ellos; desprenden compuestos tóxicos que pueden contribuir al control y equilibrio microbiano; se asocian en forma benéfica con raíces de las plantas (por ejemplo, micorrizas y fijadores de N_2); almacenan nutrientes mediante su inmovilización en la biomasa microbiana, contribuyen a la formación de agregados estables en el suelo; producen enzimas, vitaminas y cofactores, sustancias que inciden en el desarrollo de las plantas, de ellos mismos y controlan fitopatógenos, entre otras. (Sánchez de P., 1990, 1999; Siqueira et al, 1994).

Las características geológicas de los suelos, la explotación intensiva y las drásticas condiciones climáticas que predominan en el trópico hacen imprescindible conservar los niveles de materia orgánica de los agroecosistemas. Algunos residuos usados con más frecuencia para este fin, son las hojas y tallos de los pastos a los cuales se denomina cobertura muerta o "mulch"; por su naturaleza ligno-celulósica, en su descomposición, además de proveer nutrimentos, son susceptibles de transformarse en sustancias húmicas cuando se incorporan a los suelos, incrementando su reserva (Primavesi, 1982; Siqueira y Franco, 1988; Müller - Sámman, 1995).

El presente trabajo se planificó según la premisa que en el suelo se asienta una rica y variada comunidad de seres vivos de incuestionable importancia no sólo dentro del ciclo orgánico sino también sobre la dinámica general

del agroecosistema y por lo tanto, las propiedades y manejo que se le hagan a éste, van a influenciar directamente las poblaciones de los organismos edáficos, es decir, la comunidad refleja su hábitat. Sus objetivos fueron:

Observar en el agroecosistema de la yuca *Manihot esculenta* Crantz la influencia de prácticas de manejo sobre algunas poblaciones de la flora microbiana en suelos arenosos de la Costa Norte de Colombia.

Establecer posibles relaciones entre poblaciones microbianas y el rendimiento de la yuca.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El experimento que dio origen a esta investigación se realizó entre 1988 - 1996, se localizó en la finca Media Luna, municipio de Pivijay (Magdalena), a 33 m.s.n.m, temperatura promedio de 28°C y 72% de humedad relativa. Los suelos seleccionados se ubicaban en terrenos planos y alargados circundantes al río Grande de la Magdalena, caracterizados como Cambic Arenosol (FAO), formados por arena gris (80%) con escasez de limos (6%) y arcillas (14%), asentados en arcillas sedimentarias terciarias sepultadas (Estación CIAT Pivijay - Magdalena - 1996, Cadavid et al, 1998).

En el momento de este ensayo (1995-1996), la yuca — cultivar MCOL 1505 («verdecita») una de las variedades regionales — iniciaba el octavo ciclo consecutivo de cultivo. Los tratamientos fueron:

1. Labranza convencional + abono (LC + a): 2 rastri-lladas, triple 15 a razón de 330 kg./ha para un total de 50 kg. de Nitrógeno, 21.6 de fósforo, 41.3 kg. potasio kg./ha).
2. Labranza convencional - abono (LC)
3. Labranza convencional + cobertura vegetal muerta + abono (LC +M+ a): *Panicum maximum*. L en estado seco, a razón de 12 t/ ha/ ciclo y misma dosis de abono
4. Labranza convencional + cobertura vegetal muerta - abono (LC +M): en la misma cantidad
5. Cero labranza + abono (CL + a)
6. Cero labranza - abono (CL)
7. Cero labranza + cobertura vegetal muerta + abono (CL +M+ a)
8. Cero labranza +cobertura vegetal muerta - abono (CL +M)

El diseño experimental fue un arreglo en parcelas divididas, con parcelas mayores en bloques al azar, con 4 repeticiones. Las subparcelas fueron: con y sin fertilización, para un total de 32 subparcelas. El área de la parcela

principal fue de 100 m² y de la subparcela, 50 m². La densidad estimada fue 10.000 plantas/ha., el área de cosecha fue 18 m² para un total de 18 plantas/subparcela.

Se efectuaron dos muestreos: el primero en 1995 -II al séptimo mes de siembra del cultivo de la yuca y el segundo en 1996 - I al momento de la cosecha. Cada subparcela se recorrió en zigzag y se obtuvo una muestra de 1 kg del área de la rizosfera, a partir de 5 submuestras tomadas al azar y homogenizadas previamente, recogidas en los primeros 15 cm de profundidad; éstas sirvieron de base para las determinaciones físico-químicas y biológicas que se efectuaron.

Estimación de poblaciones microbianas

• Presencia de poblaciones

En los dos semestres se efectuaron conteos de hongos, bacterias totales, actinomicetos, fijadores de N₂ de vida libre y microorganismos totales, mediante el método de platos de dilución (Sánchez de P, 1990).

Para estimar bacterias totales se hicieron diluciones de suelo desde 10⁻⁴ hasta 10⁻⁹ en agua destilada estéril; se sembró un mililitro de cada una de ellas en agar nutritivo (AN), a razón de tres repeticiones por dilución y se contaron unidades formadoras de colonias bacterianas/ g de suelo seco (UFCB/gss), después de 48 horas de incubación a 28°C. Para actinomicetos (bacterias miceliales) se hicieron diluciones desde 10⁻² hasta 10⁻⁷, en agar - Czapek's, (Waksman, 1967), y 7 días después se calcularon UFCAC/gss.

Para aislar microorganismos fijadores de nitrógeno de vida libre, se prepararon diluciones de 10⁻⁴ a 10⁻⁷ sembrados en medio Ashby; a partir de las 48 horas se contaron (UFCN/gss). Para hongos, se efectuaron estas mismas diluciones y se sembraron en papa - dextrosa - agar (PDA) más antibiótico - una mezcla de penicilina 0.4 g/l de medio de cultivo más estreptomycin en la misma proporción y ácido láctico al 25% (2 gotas por plato de dilución) - (Llanos y Sánchez de P., 1982). Después de 7 días se estimaron las unidades formadoras de colonias fungosas por gramo de suelo seco (UFCF/gss).

• Cualificación de poblaciones

Para bacterias se tomaron aquellas repeticiones donde se tenían entre 0-100 colonias. Se efectuaron cultivos puros y observaciones microscópicas de cada aislamiento.

Dada la naturaleza ligno-celulósica de la cobertura vegetal muerta, se hizo énfasis en hongos. Se realizaron

microcultivos con cada uno de ellos y se identificaron con la ayuda de la clave de Barnett y Hunter (1972), Compendios de hongos del suelo de Domsch, Gams y Anderson, (1980), Alexopoulos y Mins (1985) y la colaboración del profesor Nelson Bravo O⁵.

Para todas las variables estudiadas, se efectuó análisis cualitativo y de varianza con la colaboración del profesor Jorge A. Escobar G⁶. Para establecer posibles relaciones se efectuaron coeficientes de correlación simple entre las variables poblaciones bacterianas y fungosas/gss y la producción (t/ha) de raíces de yuca que se obtuvo al final del octavo ciclo de cosecha (1996-I).

RESULTADOS Y DISCUSION

Propiedades del suelo

Las características químicas de las parcelas bajo los diferentes tratamientos han variado; en comparación con el pH inicial (6.1) la tendencia a través de los años ha sido hacia la acidificación, especialmente en la condición de labranza convencional (LC) (Cuadro 1). El % M.O se ha incrementado independiente del sistema de labranza. En estas parcelas la materia orgánica ha pasado de 0.5% en 1988 a 1% (1996), mientras que en aquellas donde se ha abonado, ésta ha aumentado pero en menor proporción. La tendencia con respecto al N-NH₄ no es clara, pero el más alto N-NO₃ se presenta cuando se combinan cobertura vegetal y ausencia de abonamiento, situación que se repite en ambos sistemas de labranza, es decir que estas condiciones favorecen la nitrificación.

El P ha pasado de 8.4 ppm (1988) a aproximadamente 16 ppm (1996- I) en aquellas parcelas sujetas a fertilización química, en comparación con ausencia de abonamiento o cobertura vegetal donde el suelo se ha mantenido o empobrecido en este elemento. El suelo independiente de los tratamientos, ha perdido Ca⁺⁺ de 0.87 me/100g de suelo ha pasado a 0.5 me/100g de suelo, también ha perdido Mg, aunque en mínima proporción. El K se ha incrementado independiente de los tratamientos: ha pasado de 0.05 me/100g de suelo a 0.07 me/100g suelo. A pesar de estos relativos incrementos, la fertilidad potencial de este suelo en términos de N, P, K, Ca y Mg sigue siendo baja.

Con respecto a las características físicas, la densidad real de las parcelas está alrededor de 2.6 g/c³ y la aparente entre 1.5 g/c³ (LC) y 1.6 g/c³ (CL +M+ a), valores comunes en suelos franco - arenosos y arenosos (Charry, 1987); en este último tratamiento (CL +M+ a)

⁵ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira; ⁶ Profesor Honorario. Universidad Nacional Sede Palmira.

CUADRO 1. Características químicas del suelo en estudio

Tratamientos	m.o %	P Ppm Brayll	pH	Ca Mg K			N-NH ₄ ppm	N-NO ₃ ppm
				meq/ 100 g				
S. inicial	0.48	8.38	6.10	0.87	0.28	0.05	-	-
LC + a	0.83	16.23	4.98	0.50	0.24	0.09	2.77	4.54
LC	1.05	6.62	4.75	0.50	0.26	0.07	2.59	5.54
LC+ M +a	0.90	17.00	4.09	0.56	0.23	0.08	1.89	4.08
LC+M	1.00	6.42	4.45	0.49	0.22	0.07	2.28	6.01
CL +a	0.70	16.40	4.92	0.48	0.22	0.06	2.30	4.24
CL	1.12	7.95	5.25	0.55	0.26	0.77	2.44	4.07
CL +M +a	0.72	16.32	4.97	0.56	0.26	0.08	2.24	4.87
CL+M	1.00	8.07	4.95	0.56	0.27	0.09	2.40	4.98

Dato promedio de 4 subparcelas

se ubica la menor porosidad total (39.8%) y la más alta en LC (43.8%), lo que indica que el agua fluye muy rápido a través de los macroporos y se retiene muy poco, con mayor razón dado su bajo contenido de materia orgánica; estas observaciones las corrobora la escasa agua aprovechable que oscila entre 2.1% y 2.4 % (con y sin cobertura vegetal muerta).

• Poblaciones microbianas

Como era de esperarse, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre bloques, debido al área del ensayo (2041 m²) y los cambios propios del suelo. Una de las características esenciales de los procesos biológicos es su alta variabilidad espacial (Hashimoto et al, 1988; Labrador, 1996)

En los dos semestres analizados, en las poblaciones totales de microorganismos en 1996 I (Cuadro 2) hubo diferencias significativas entre tratamientos para las interacciones tipo de labranza - mulch, fertilización - mulch y la relación de los tres, mas no para los factores individuales. Independientes de los tratamientos, las poblaciones totales fueron mayores en 1995 II época más lluviosa en esta zona; es ampliamente conocida la importancia del agua en la vida microbiana (Primavesi, 1982). Otro factor que pudo haber influido fue la edad del cultivo, pues en 1996-I ocurrió la cosecha (Barea y Azcón, 1982; Benjumea, Sánchez de P. y Miranda, 1996; Labrador, 1996).

Las poblaciones totales fluctuaron entre 1×10^8 y 7.9×10^9 UFC/gss; el abono y la cobertura vegetal muerta estimularon significativamente la presencia microbiana en ambas condiciones de labranza.

La separación de los microorganismos en grupos (bacterias totales, actinomicetos, fijadores asimbióticos

de N₂ y hongos) permitió observar que en ambos semestres, las mayores poblaciones correspondieron a bacterias — totales, actinomicetos y fijadores libres de N₂—; la interacción tipo labranza - cobertura vegetal muerta arrojó diferencias altamente significativas (Figura 1).

En general, la mayoría de las investigaciones al respecto registran predominio de las poblaciones bacterianas sobre fungosas y estimulación de su presencia cuando se labra el suelo (Burbano, 1989). Gilleman y Montegut, citados por IGAC (1993), sostienen: "Inmediatamente se rompe el suelo, el número de ellas aumenta de 20 a 30 veces, cifra que se mantiene durante 6 meses o más y luego desciende rápidamente".

En cuanto a actinomicetos, el análisis de varianza para 1995 II señaló diferencias altamente significativas para la labranza convencional y significativas para cobertura vegetal muerta y la interacción fertilizante - cobertura vegetal muerta y cuando interactuaron los tres factores. Las colonias estuvieron entre 5×10^5 y 2.5×10^7 UFCAc/gss, valores registrados en otros trabajos (Burbano, 1989). Las altas temperaturas y escasa humedad favorecen su presencia, pues cuando se presentaron estas condiciones (1996 I) el número de ellos fue mayor, resultados que coinciden con investigaciones de Xu, Li y Jiana (1996) en Yunnan — China—, quienes encontraron que géneros como *Micromonospora*, *Actinomadura* y *Saccharomonospora* pueden vivir por largos periodos con temperaturas que superan los 55°C.

Los fijadores de N₂ (Cuadro 2) oscilaron entre 3×10^6 y 5×10^7 UFCN/gss y se vieron influenciados por la fertilización, labranza, cobertura vegetal muerta y la combinación de los tres factores. La labranza convencional sin abono favorece estas poblaciones, lo

CUADRO 2. Número más probable de microorganismos encontrados en el suelo de Pivijay (Magdalena) en los semestres 1995 -II y 1996- I (base logarítmica)

Tratamiento	Bacterias		Fijadores de N ₂		Actinomicetos		Hongos		Microorganismos Totales	
	II-95	I-96	II-95	I-96	II-95	I-96	II-95	I-96	II-95	I-96
LC+a	9.5a	8.0a	6.8a	7.2a	6.8ab	6.0a	6.0ab	5.8b	9.6a	8.1b
LC	9.6a	8.4a	7.4a	7.7a	7.0ab	6.6a	6.0ab	6.6a	9.7a	8.5ab
LC+ M+a	8.8a	9.4a	7.2a	7.3a	7.4a	6.2a	5.8ab	6.1ab	9.2a	9.4a
LC+M	9.4a	8.6a	7.3a	7.4a	6.9ab	5.7a	5.3b	5.7b	9.5a	8.6ab
CL+ a	8.7a	9.3a	7.3a	7.6a	6.4b	6.4a	5.6ab	5.6b	9.0a	9.3ab
CL	8.7a	8.1a	7.3a	7.4a	6.7ab	6.0a	5.3b	5.5b	9.0a	8.2b
CL+M+a	9.2a	7.9a	6.5a	7.0a	6.8ab	6.2 ^a	6.2a	5.7b	9.3a	8.0b
C+M	9.8a	8.7a	7.3a	7.6a	6.6ab	6.5 ^a	6.0ab	6.6a	9.9a	8.8ab

cual puede explicarse por la presencia de buen número de nitro fijadores bacterianos aeróbicos, además, el uso de fertilizantes nitrogenados en dosis medias a altas inhibe su actividad fijadora⁷ (Cardozo *et al*, 1992; Siqueira y Franco, 1988).

Con relación a la flora fungosa el análisis de varianza mostró en ambos semestres diferencias altamente significativas en la interacción labranza – cobertura vegetal y en 1996-I la combinación de los tres factores fue altamente significativa. Las poblaciones oscilaron entre 1×10^5 y 3×10^6 UFCF/gss; las menores se encontraron en CL y las más altas en CL+M y LC, lo cual se justifica por la incorporación al suelo del material orgánico y el propiciamiento de aireación (Cuadro 2).

• Cualificación de la flora microbiana

El total de microorganismos aislados en los dos semestres ascendió a 104: 65 hongos, 32 bacterias y 7 actinomicetos. Con respecto a las bacterias, la mayor diversidad se observó en 1996-I cuando las condiciones de humedad eran desfavorables; la forma predominante en ambos muestreos fue la de bacilo, algunas veces esporulados. Se ha registrado que los bacilos son importantes en los ecosistemas tropicales, los no esporógenos son muy activos en procesos de amonificación y degradación de carbohidratos; los esporulados participan activamente en la degradación de la materia orgánica, al igual que los actinomicetos (IGAC, 1993).

En cuanto a los hongos aislados la mayoría pertenecen a la familia Moniliaceae caracterizada por reproducirse asexualmente, poseer amplia capacidad de colonización y rápido crecimiento - Cuadro 3 -. Las especies se concentraron en los géneros *Penicillium*

(11), *Fusarium* (9), *Aspergillus* (3) y micelio estéril (15, de las cuales, 4 forman clamidosporas).

La mayoría de los hongos se encontraron en todos los tratamientos - Figura 2- con excepción de *Botrytis*, *Peyronellaea*, *Gliocadium* y los dos basidiomicetos que solo se hallaron en los tratamientos con cobertura vegetal muerta. Mouchacca (1995), registra que varias especies de los géneros *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Scopulariopsis*, *Rhizopus* y *Mucor*, se consideran termófilos y termotolerantes. Con excepción de *Chaetomium* todos ellos se encontraron en la zona estudiada. La mayoría de estos géneros tienen actividad saprofitica y algunos de ellos como en el caso de los basidiomicetos, se presentaron al final del cultivo cuando el material orgánico había aumentado con los residuos de la yuca.

La diversidad de los géneros encontrados y la ausencia de actividad patogénica limitante en este octavo ciclo de cosecha, podrían señalar tendencias hacia el balance de poblaciones, con su consecuente efecto benéfico para las plantas y el suelo (Chaboussou, 1984; Primavesi, 1982; Sánchez de P., 1990).

• Coeficientes de correlación

Los coeficientes de correlación simple entre rendimiento en el octavo ciclo de cosecha de la yuca, poblaciones fungosas, bacterianas, fijadores de N₂ y actinomicetos, no arrojaron diferencias significativas.

En síntesis, los resultados obtenidos corroboraron la validez de la hipótesis formulada, es decir, que en las poblaciones microbianas influyen las prácticas que se efectuaron en el cultivo de la yuca. En otras palabras en la medida que se transforma el hábitat edáfico, también se modifica la comunidad que lo habita.

⁷ Marina Sánchez de P. Profesora titular. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

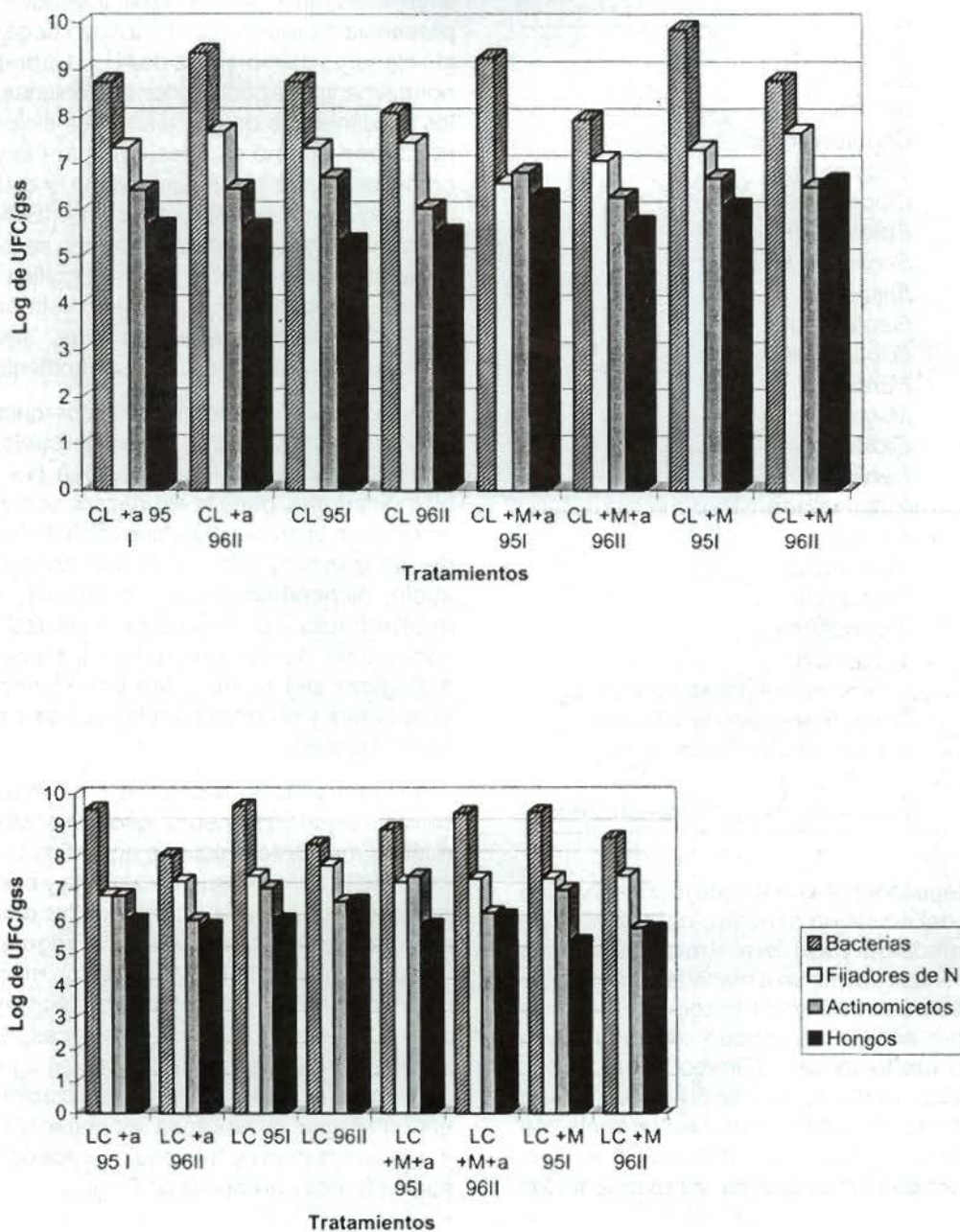


FIGURA 1.- Unidades formadoras de colonias bacterianas, fijadores asimbióticos de N₂, actinomicetos y hongos (UFC/gss) en suelos de Media Luna (Pivijay) en 1995 II y 1996 I en diferentes tratamientos

CUADRO 3. Hongos del suelo de Media Luna (Pivijay) en los semestres 1995-II y 1996-I

N° Total de aislamientos	GENEROS
3	<i>Aspergillus</i>
1	<i>Bipolaris</i>
1	<i>Botrytis</i>
2	<i>Chaetoseptoria</i>
1	<i>Chalaropsis</i>
2	<i>Cladosporium</i>
1	<i>Epicoccum</i>
1	<i>Scopulariopsis</i>
9	<i>Fusarium</i>
1	<i>Geotrichum</i>
1	<i>Gliocladium</i>
1	<i>Humicola</i>
1	<i>Mucor</i>
1	<i>Oidiodendron</i>
11	<i>Penicillium</i>
2	<i>Peyronellaea</i>
1	<i>Phoma</i>
1	<i>Pithomyces</i>
1	<i>Rhizophus</i>
2	<i>Trichoderma</i>
1	<i>Verticillium</i>
15	Micelio estéril (no identificados)
1	Cerebriforme (no identificado)
1	Esferoidal (Coelomiceto, no identificado)
2	Basidiomycetos (no identificados)

También se debe tener en cuenta que la conservación y restauración del equilibrio dinámico del suelo en un agroecosistema como la yuca, lleva al manejo integrado de sus componentes, que se va a manifestar en plantas bien nutridas, las cuales de acuerdo con la teoría de la trofobiosis van a escapar al ataque de plagas y a incrementar su productividad (Chaboussou, 1984). Algunas prácticas como la aplicación de la materia orgánica favorecen este equilibrio y la autorregulación del agroecosistema, y así se manifestó en este ensayo, pues fue el factor que impactó considerablemente los

rendimientos del cultivo y las poblaciones microbianas en el suelo (Labrador, 1996).

En cuanto a la fertilización a pesar de ser una alternativa viable, fue menos significativa cuando hubo presencia de mulch; su uso influyó negativamente en los fijadores asimbióticos de N_2 . La labranza favoreció normalmente las poblaciones microbianas, sin embargo, los rendimientos de los diferentes ciclos de cosecha mostraron que no es necesaria para la yuca cuando crece en suelos de textura liviana y está involucrada con mayor acidificación del suelo. El hecho que las poblaciones y la actividad microbiana sean comúnmente menores bajo cero labranza no significa que esto sea indeseable, pues por el contrario esta práctica puede convertirse en regulador de ellas, favoreciendo la sanidad de la planta y el ciclaje de nutrientes en el suelo.

Así como una sola condición físico-química no puede reflejar el estado de capacidad del suelo, tampoco las poblaciones microbianas pueden por sí solas ser bioindicadoras, pues la expresión de los factores que influyen en la presencia o ausencia de las poblaciones de los microorganismos (aireación, humedad en el suelo, disponibilidad de nutrientes, etc.) no está determinada por acciones aisladas, sino por la conjunción de las propiedades físicas, químicas, biológicas del suelo y las condiciones climáticas temporales y de relieve en las cuales tiene asiento el agroecosistema.

A manera de síntesis, en esta investigación se corroboró que en la medida que se transforma el hábitat edáfico mediante prácticas agronómicas, también se modifica la comunidad que alberga y el aumento en el porcentaje de materia orgánica en las parcelas de yuca que han recibido la cobertura vegetal muerta, es consecuencia de la actividad de los microorganismos en estos suelos y coincide con incrementos en las poblaciones microbianas - bacterias, actinomicetos, fijadores de N_2 y hongos- cuando se agregaron estos materiales al suelo con y sin fertilización. También se encontró que la labranza estimula las poblaciones microbianas mas no los rendimientos del cultivo en los suelos franco-arenosos de Pivijay.

BIBLIOGRAFIA

ALEXOPOULUS, J. C. y MIMS, W. C. Introducción a la micología. Trad. Xavier Llimona Pagés. Barcelona: Omega, 1985. p 638.

BAREA, J.M. y AZCON-AGUILAR, C. La rizosfera: Interacción microbio-planta. En: Anales de Edafología y Agrobiología. Vol. 41, No. 7/8 (1982): p. 1517-1532.

BENJUMEA, C. P.; SANCHEZ DE P, M. y MIRANDA, J. C. Estimación de la actividad microbiana en tres agroecosistemas en Roza, Valle del Cauca. En: Boletín Técnico. Vol. 7 (dic. 1996); p 7-9.

BARNETT, H. L. and HUNTER, B. Illustrated genera of imperfect fungi. 3 ed. Minnesota: Burgess, 1972. p 237.

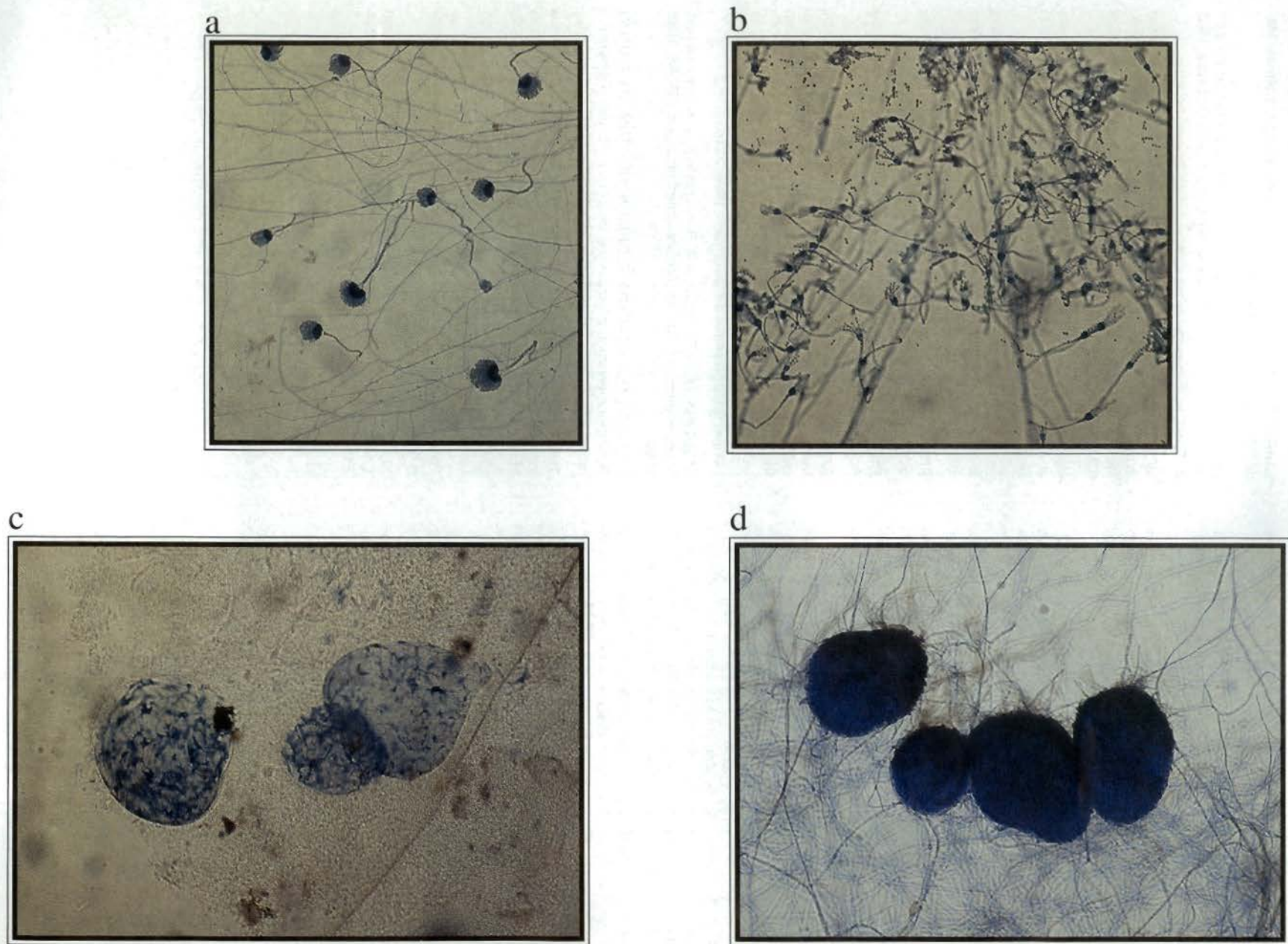


FIGURA 2. Algunos de los géneros encontrados en la zona de estudio: (a) *Aspergillus*, (b) *Penicillium*, (c) hongo cerebriforme (sin identificación), (d) *Phoma*.

- BURBANO, O.H. El suelo: una visión sobre sus componentes biogénicos. Pasto : Universidad de Nariño, 1989. 447p.
- CADAVID, L. F. y HOWELER, R.H. La fertilización de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la región de Mondomo y Pescador, Cauca. En: Suelos Ecuat. 14, 199-207p. 1984.
- _____. Fertilización de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en un Inceptisol de Santander de Quilichao, Cauca, y su efecto a largo plazo sobre la fertilidad del suelo. En: Suelos Ecuat. 12, 59-74p. 1982
- CADAVID, L. F.; EL-SHARKAWY, M.A.; ACOSTA, A. and SANCHEZ, T. Long effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern Colombia. *Field Crops Res.* 57 45-56p. 1998
- CARDOSO, E.J.; TSAI, M. S. y NEVES, M. C. Microbiología do solo. Campiñas : Sociedade Brasileira de la Ciencia del Suelo, 1992. 360p.
- CHABOUSSOU, F. Influencia de los abonos y plaguicidas en la fisiología de las plantas y su resistencia al ataque de plagas y enfermedades. Barcelona: Asociación vida sana, 1984. 28p
- CHARRY, J. Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 1987. p 362.
- DOMSCH, K.H.; GAMS, W. y ANDERSON, T. Compendium of soil fungi. Volumen 1. London: Academic. 1980. p 859.
- EL-SHARKAWY, M.A. Drought-tolerant cassava for Africa, Asia and Latin America. En: *BioScience* 43, 441-451p. 1993
- GOMEZ, E. D. Estimación de algunos indicadores biológicos del suelo asociados con el manejo del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* crantz.) en la costa norte de Colombia. Palmira, 1997, 95 p. Trabajo de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- HASHIMOTO, P.; SIERRA, J. y BARBERIS, L. Dinámica de la fracción ligera de la materia orgánica en relación a la producción de nitratos a campo. En: *Anales de Edafología y Agrobiología*. Vol. 47, No 9/10 (sep/oct, 1988), p.1378-1392.
- HOWELER, R.H. Integrated soil and crop management to prevent environmental degradation in cassava-based cropping systems in Asia. In: Bottema, J.W.T., Stolz, D.R. (Eds.), *Upland Agriculture in Asia*. CGPRT Centre, Bogor, Indonesia, 195-224p. 1994
- _____. ; CADAVID, L. F. Shorand long- term fertility trials in Colombia to determine the nutrient requirements of cassava. En: *Fertil. Res.* 26, 61-80 p. 1990.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC). Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento del Caquetá. Tomo II, p. 666 - 697. 1993
- LABRADOR M., J. La materia orgánica en los agrosistemas. Madrid: Mundi -Prensa. 1996. 174p.
- LLANOS, C. y SANCHEZ DE P., M. Experimentos con microorganismos. Palmira : Universidad Nacional de Colombia, 1982 p. 77-80.
- MOUCHACCA, J. Thermophilic fungi in desert soils: A neglected extreme environment. En Allsoopp, D; Corwell, R.; Hawksworth. *Microbial Diversity and Ecosystem function. Proceedings of the IUBS/ IUMS Workshop held at Egham.* p 265- 288. 1995
- MULLER- SAMANN, K.M. Labranza mínima, una opción válida para el minifundio en laderas. Conferencia dictada en el II Seminario Regional sobre Agricultura orgánica. Noviembre 29 de 1995
- _____. ; KOTSCHI, J. Sustaining growth, soil fertility management in tropical smallholdings. Margraf, Weikersheim, Germany, 486p. 1994
- PRIMAVESI, A. Manejo ecológico del suelo: La agricultura en regiones tropicales. Buenos Aires: La Estancia, 1982. 499 p.
- PAUL, E.A. and CLARK, F.E. Soil microbiology and biochemistry. Academic press, 1989. 273p.
- SANCHEZ DE P, M. Relación entre las características químicas, físicas y microbiológicas de varios suelos del Valle del Cauca y su efecto en algunos cultivos. Palmira, 1990, p. 114. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- _____. Endomicorrizas en agroecosistemas Colombianos. Palmira : Universidad Nacional de Colombia, 1999. 227p.
- SIQUEIRA, O. J. y FRANCO, A.A. Biotecnología do solo, fundamentos e perspectivas. Brasilia : Ministerio de Educación, ABEAS, 1988. 236p.
- SIQUEIRA, O. J.; MOREIRA, F.; GRISI, B.; HUNGRIA, M. y ARAUJO, R. Microorganismos e processos biológicos do solo. Perspectiva ambiental. Brasilia : EMBRAPA- SPI, 1994. p 142.
- THURSTON, H.D.; SMITH, M.; ABAWI, G.; KEARL, S. (eds). How farmer use it and what researchers know about it. Tapado Slash/ Mulch: CATIE/ CIIFAD, Cornell Univ., Ithaca, New York, 1994. 302p
- UNGER, P.W. (ed.). Managing agricultural residues. Boca Raton: Lewis Publishers, 1994. 448p.
- WAKSMAN, S.A. The actinomycetes : A summary of current knowledge. New York : Ronald press, 1967, 280p.
- XU, L.; LI Q and JIANG, C. Diversity of soil actinomytes in Yunnan, China. En: *Appl. Environ Microbiol.* Vol 62. N°1 (jan. 1996), p. 244-248.