

MONOCULTIVO DE ARROZ Y EL COMPLEJO ORGÁNICO EN UN VERTISUELO

Francisco Martínez Rodríguez¹; Clara García Ramos¹; Víctor Tamariz Flores²; Jesús Ruiz Careaga² y Mario Riverol Rosquet¹

1. Instituto de Suelos MINAG, Cuba, biosuel@minag.cu
2. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

RESUMEN

A muestras de la capa arable de un vertisuelo en tres variantes;(Perfil 1) vegetación natural, (Perfil 2y 3) con 10 y 30 años de cultivo consecutivo de arroz respectivamente se separaron las fracciones orgánicas según la fuerza de unión con la fracción mineral del suelo, por extracción sucesiva con tetraborato de sodio, pirofosfato de sodio e hidróxido de sodio. Los microelementos asociados a las distintas fracciones se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica. En muestras correspondientes a la profundidad de 0-10 cm del mismo suelo se extrajeron las sustancias húmicas las que fueron purificadas y analizadas utilizando la técnica de espectroscopia infrarroja. El monocultivo de arroz produjo una disminución importante en la captura de carbono y variaciones en el grado de estabilidad o unión con la parte mineral del suelo, fenómeno que se hace más marcado en la medida que aumentan los años de cultivos. Los microelementos por lo general se asocian a las fracciones más estables del complejo.

Palabras claves: Vertisuelo, monocultivo, complejo orgánico.

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica del suelo es el principal determinante de su actividad biológica, la diversidad y la actividad de la fauna y de los microorganismos, las propiedades químicas y físicas, la agregación y la estabilidad de la estructura, el incremento de la tasa de infiltración y la capacidad de agua disponible, así como la resistencia contra la erosión hídrica y eólica y también mejora la dinámica y la disponibilidad de los principales nutrientes de las plantas. De ahí que muchos investigadores consideran que ella determina en última instancia la fertilidad de los suelos y que si se quiere lograr sostenibilidad de los sistemas agrícolas es imprescindible aplicar sistemas de tratamientos en los suelos que mantengan o aumenten la captura de carbono, mediante la formación de compuestos organominerales más o menos estables (Martínez et al. 2003., Ortega, F 1985)

En la práctica agrícola en algunos cultivos aún se aplican sistemas que provocan a la larga una disminución brusca de la captura de carbono los suelos provocando fuerte degradación; este es el caso del monocultivo del arroz en muchas áreas de cultivo en Cuba.

En Cuba se han realizado algunas investigaciones donde se determinó la influencia del monocultivo sobre la reducción del contenido de la materia orgánica del suelo, la biodisponibilidad de otros nutrientes y su impacto sobre el rendimiento (Navarro 1988) sin embargo no tenemos referencia de trabajos destinados a estudiar los efectos de este sistema sobre el complejo orgánico. Con el presente trabajo se pretende aportar algunos elementos sobre esta problemática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de la capa arable (hasta 40 cm) de un vertisuelo en tres variantes; (Perfil 1) suelo con vegetación natural, (Perfil 2 y 3) con 10 y 30 años de cultivo consecutivo de arroz respectivamente y se les realizó análisis de fraccionamiento de la materia orgánica según su fuerza de unión con la parte mineral del suelo, utilizando para ello; tetraborato de sodio (Tetra) sustancias orgánicas ligadas a la parte mineral por enlaces electrostáticos), pirofosfato de sodio (Piro) las unidas por enlaces covalentes e hidróxido de sodio (Sosa) fuertemente unidas al núcleo de arcilla a través de un catión puente, (Bruckert 1979). A las fracciones separadas se le determinó %C total, ácidos húmicos y fúlvicos y microelementos.

En muestras correspondientes a la profundidad de 0-10 cm del mismo suelo se extrajeron las sustancias húmicas, las mismas fueron purificadas y analizadas utilizando la técnica de espectroscopia infrarroja

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el suelo con vegetación natural (Perfil 1), los procesos de mineralización y síntesis de la materia orgánica transcurren con cierta estabilidad, presentándose esta en cantidad considerada moderada por Tekalign et al. (1991), con acumulación en la superficie y disminución brusca en profundidad. Estas condiciones son favorecidas por la presencia de elementos estabilizadores del humus (fundamentalmente una elevada capacidad de cambio de bases (CCB), alto contenido de hierro y arcilla del tipo 2:1) (Tabla 1)

Tabla 1. Características químicas de los perfiles estudiados

PERFIL	PROF(cm)	pH	MO (%)	CCB Cmol (+).kg ⁻¹	Formas e Hierro (%)		
					Total	Libre	Amorfo
1	0-10	7,0	4,30	50,59	7,0	0,72	0,39
	10-20.	6,8	2,81	48,25	6,8	0,98	0,61
	20-30.	6,8	1,10	49,52	6,8	1,06	0,52
	30-40.	6,8	1,74	47,82	6,7	0,97	0,39
2	0-10	7,0	2,59	47,38	6,7	0,95	0,48
	10-20.	6,8	1,77	46,23	6,8	0,90	0,58
	20-30.	6,7	1,14	51,45	6,5	0,90	0,68
	30-40.	6,5	1,27	50,00	6,7	0,80	0,48
3	0-10	6,6	1,50	34,57	6,7	0,95	0,48
	10-20.	6,8	1,03	37,17	7,0	3,87	1,03
	20-30.	6,7	0,66	37,95	7,1	3,52	1,10
	30-40.	5,5	0,74	38,00	6,6	3,87	1,03

En general las condiciones son favorables a la formación de compuestos orgánicos poco polimerizados, los cuales a medida que se forman se unen a la matriz mineral por enlaces electrostáticos (Tetra) y una parte importante evoluciona formando uniones covalentes y muy estables con las arcillas (Piro y Sosa) (Tabla 2). En este sentido Chernikof et al. 1978; Anderson 1969; Alexandrova et al. 1974, Stepanov et al. 1986 y Martínez et al. 1989 señalan la absorción por las arcillas expandibles de compuestos de pequeñas moléculas de naturaleza alifáticas y ricas en nitrógeno, las cuales son protegidas y estabilizadas por estas.

Más del 50 % de la materia orgánica a lo largo del perfil es humina (Tabla 2), esta distribución por las características de estos suelos debe estar relacionada con un proceso de maduración de los ácidos húmicos procedentes de la superficie o por el

traslado desde la superficie en forma de complejo órganominerales estables, lo cual fue reportado por Martínez et al. 1989, señalando que este traslado se realiza a través de la cara de deslizamiento de los bloques estructurales. (Perfil 3 Tabla3). Zon 1968 reportó que en estos suelos existen dos formas fundamentales de huminas, una aromática y policondensada ligada al hierro y al aluminio, y otra alifática y rica en nitrógeno estabilizada por las arcillas.

Tabla 2. Fraccionamiento de la materia orgánica según la fuerza de unión con la parte mineral del suelo (% del Ct)

PERFIL	PROF	TETRA	PIRO	SOSA	HUMINA
1	0-10	6,57	15,73	24,74	52,96
	10-20.	3,42	19,9	22,12	54,56
	20-30.	5,09	11,97	18,15	64,79
	30-40.	6,65	15,66	18,79	58,9
2	0-10	0,40	5,81	0	93,79
	10-20.	1,30	12,58	7,03	79,09
	20-30.	0,40	12,05	7,14	80,41
	30-40.	1,33	20,26	5,93	72,48
3	0-10	2,40	6,69	4,70	86,21
	10-20.	3,47	7,99	0	88,54
	20-30.	1,91	5,71	7,82	84,56
	30-40.	1,04	8,29	3,44	87,23

Tabla 3. Acidos húmicos y fúlvicos asociados a las diferentes formas de complejo

PERFIL	PROF	TETRA		PIRO		SOSA	
		HUMICO	FULVICO	HUMICO	FULVICO	HUMICO	FULVICO
1	0-10	0	6,57	8,67	7,06	9,81	14,93
	10-20	0	3,42	14,32	5,58	8,55	13,57
	20-30	0	5,09	10,35	1,62	11,76	6,39
	30-40	0	6,65	15,66	nd	3,85	14,94
3	0-10	0	2,40	3,71	2,98	1,88	2,82
	10-20	0	3,47	3,35	4,64	nd	nd
	20-30	0	1,91	3,66	2,05	6,0	1,82
	30-40	0	1,04	2,23	6,06	0	3,44

órgano-mineral (% del Ct)

Las labores culturales que se realizan en los suelos arroceros, presuponen el anegamiento por períodos prolongados y el fangueo excesivo de los mismos, creando anaerobiosis en el medio, lo que provoca una disminución significativa de la variedad de la cenosis microbiales (Tuev 1989). Se desarrolla fundamentalmente la microflora anaerobia, la cual es responsable de la salida del carbono orgánico del perfil hacia la atmosfera en forma fundamentalmente de gas metano (reportado como de mayor efecto invernadero que el CO₂).

Lo anterior condiciona una disminución brusca de la materia orgánica en todo el perfil con ligera acumulación en la superficie, disminución de la capacidad de cambio de bases y aumento de las formas libres del hierro, como se observa en la Tabla 1 (Perfil 2y 3).

En estas condiciones el proceso de humificación provoca la disminución brusca de las sustancias orgánicas extractables, al parecer cuando desaparecen las condiciones de humedad excesiva y poco antes de secarse totalmente el suelo, los compuestos orgánicos poco evolucionados sufren una mineralización total (fuerte producción de CO₂ y nitrógeno (gaseoso) y solamente una pequeña parte de los precursores fenólicos se polimerizan y estabilizan. (Perfil 2y 3, tabla2y3)

Tabla 4. Fe y Al en los complejos más estables de los suelos estudiados. (mg.kg⁻¹)

PERFIL	PROF	AL2O3	Fe2O3
1	0-10	22,9	62,8
	10-20.	16,8	152,9
	20-30.	35,0	422,4
	30-40.	0	73
3	0-10	82,0	27,2
	10-20.	156,8	42,3
	20-30.	80,8	103,2
	30-40.	85,8	79,4

Estos resultados se confirman con los espectros IR realizados al humus extraído de estos suelos, en los suelos cultivados con arroz, los ácidos húmicos son más estables, menos móviles y menos ácidos que los suelos no cultivados, en los mismos se presenta una disminución de los grupos carboxilos activos, lo cual demuestra la existencia de una degradación física y físico química del mismo profundizándose estos cambios en la medida que es más largo el período de monocultivo, como consecuencias de las condiciones a que son sometidos estos.

Los microelementos asociados a las distintas fracciones del humus (Tablas 5a, b y c) nos indican que estos se asocian a las fracciones de humus menos móviles y más estables y que por lo tanto serán menos iluviales y poco disponibles para las plantas.

Tabla 5a. Microelementos asociados a las distintas fracciones orgánicas separadas del suelo (mg.kg⁻¹)

PERFIL	PROF	Extracción con Tetraborato de sodio					
		Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Co
1	0-10	3,2	0	1,9	0	0	0
	10-20.	3,6	0	1,5	0	0	0
	20-30.	nd	0	3,2	0	0	0
	30-40.	2,1	0	4,5	0	0	0
3	0-10	3,6	0	7,2	0	0	0
	10-20.	1,02	0	6	0	0	0
	20-30.	1,6	0	0,3	0	0	0
	30-40.	1,5	0	1,2	0	0	0

Tabla 5b

PERFIL	PROF	Extracción con Pirofosfato de sodio					
		Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Co
1	0-10	197,2	87,7	0	6,5	31,3	7,1
	10-20.	20,8	8,9	0	5,6	21,9	5,9
	20-30.	458,4	17	0	6	13,4	4,3
	30-40.	41,4	13,3	0	3,22	27,1	9,2
3	0-10	56,6	24,1	2,9	14,5	53,2	17,4
	10-20.	54	31,8	1,62	10,6	59,9	21,6
	20-30.	43,7	16,3	0	12,9	60,9	24
	30-40.	41,1	36,2	0	11,7	44,7	20,3

Tabla 5c

PERFIL	PROF	Extracción con Hidróxido de sodio					
		Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Co
1	0-10	22,9	0	13,7	2,3	47,6	13,3
	10-20.	15,2	0	5,9	0,7	20,0	4,4
	20-30.	30,2	0	9,5	6,2	37,8	13,9
	30-40.	16	33,7	2,6	2,9	14,9	4
3	0-10	16,0	0	8,5	0,6	46,6	ND
	10-20.	17,0	0	5,4	4,0	23,3	14,3
	20-30.	17,6	0	5,8	0,84	29,4	10,5
	30-40.	11,9	0	3,7	0,34	16,7	8,2

CONCLUSIONES.

El contenido de materia orgánica en los suelos con monocultivo de arroz, disminuye significativamente en comparación con el suelo no cultivado consecutivamente.

Las condiciones de oxidación- reducción a la que son sometidos estos suelos para el establecimiento y posterior manejo del cultivo, inciden determinantemente sobre la composición de la materia orgánica de los mismos, produciéndose una disminución de los compuestos orgánicos extractables, predominando dentro de estas las fracciones orgánicas unidas a las arcillas por enlaces covalentes.

La dinámica de los microelementos en estos suelos parece estar asociada a las sustancias húmicas, lo que determina en gran medida su movilidad. El humus actúa en ellos como sumidero de metales pesados, retirándolos del flujo biológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandrova L. N.; T. G. Zu. Creva y Ju. I. Fernier (1974): La formación de coloides órgano- minerales (en ruso). Memorias del X Congreso Internacional de las Ciencias del Suelo de Moscú Tomo II, pg. 57-64

Anderson D. N. (1969): J. Soil. Sci, 30(11): pg77-84

Bruckert (1979): Análisis del complejo órgano mineral del suelo, en Pedología, Patogénesis y Clasificación Ed. Massón, Paris, Cap. IX pg. 185

Chernikov V. A y V. A. Konchits (1978): Soviet Soil Sci, No 6, pg 685-690

Martínez, Rodríguez, F.; M. B. J. Calero; V. M. R. Nogales y L. Rovesti (2003): Lombricultura: Manual Práctico. 99pgs. La Habana. Cuba

Martínez Rodríguez, F.; et al. (1989): Fracciones órgano-minerales en suelos Oscuros Plásticos. (Vèrtico), dispersados por ultrasonidos Rev. Cienc. Agric. No. 34.La Habana Cuba

Navarro Gómez, N. (1988): El potencial redox y su influencia en las propiedades química de los suelos en condiciones de inundación. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana. Cuba.

Ortega, F. (1985): Composición fraccional del humus en los suelos de Cuba. Tesis para la opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana. Cuba.

Zon, S. V. (1968): Particularidades de la formación del suelo y principales tipos de suelos de Cuba. (En ruso). En Génesis y Geografía de suelos de países extranjeros, por Geógrafos Soviéticos, Nauka, AP 47-154. Moscú

Stepanov N.; et. al. (1986): Consideraciones sobre la naturaleza de los compuestos órgano-minerales de un suelo oscuro- plástico, bajo vegetación forestal Rev. Ciencia Agric.No 27 pg 4-61. La Habana Cuba

Tekalign, T.; I. Haque y E. A. Aduayi, (1991): Soil, plant, water, fertilizer, animal manure and compost analysis manual. Plant Science Division Working. Document 13, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia.

Tuev, N. A. (1989): Procesos microbiológicos de formación de humus (En ruso): Ed. pg. 34, Moscú