

# CARACTERIZACION DE LOS ACIDOS HUMICOS EXTRAIDOS DE CUATRO LOMBRICOMPUESTOS Y SU EFECTO SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE MAIZ *Zea mays L.*, ALGODON *Gossypium hirsutum* y TOMATE *Lycopersicon esculentum L.*

Milena Carmen Carrillo <sup>1</sup> - Jairo Gómez Z. <sup>2</sup>  
José C. Miranda <sup>3</sup>

## COMPENDIO

*El trabajo se realizó con el fin de caracterizar por su composición elemental y contenido de grupos funcionales, los ácidos húmicos extraídos de cuatro lombricompostos (bovinaza, cachaza, pulpa de café y residuo de prado). Se determinó el contenido y distribución de los elementos esenciales totales en las fracciones húmicas y no de ácidos húmicos. Se evaluó el efecto de dos concentraciones de ácidos húmicos (150 y 300 ppm) sobre la germinación de semillas de maíz, algodón y tomate. Se encontraron diferencias en el contenido elemental (CHON) y grupos funcionales (COOH, OH fenólico y carbonilo) atribuido a variaciones en la composición de los materiales de origen. La bovinaza (O/H = 0.49) mostró mayor oxidación que la cachaza (0.40) sugiriendo mayor grado de humificación de la primera. El residuo de prado mostró la mayor contribución a la CIC (COOH + OH = 9.0 m.e/g) y la pulpa de café la menor (7.1 m.e/g). Los elementos esenciales totales se distribuyeron con preferencia en el residuo remanente y en las fracciones solubles en agua y HCL 0.1 M, con muy bajos contenidos en los fulvatos y ácidos húmicos. No se encontró respuesta a la acción de los ácidos húmicos sobre la germinación de semillas de maíz y algodón y se produjo efectos depresivos en los de tomate.*

**Palabras claves:** Ácidos húmicos, Lombricompostos, Germinación de semillas, Maíz, Algodón, Tomate.

## ABSTRACT

*The work performed to characterize the elemental composition and functional groups of humic acids extracted from four lombricompost (cow dung, filter press cake of sugar cane, coffee pulp and grass residue the total content of essential elements and its distribution in the humic and non humic fractions were determined. It was evaluated the effect of two concentrations of humic acids (150 and 300 ppm) upon seed germination of maize, cotton and tomato. There were found differences in the elemental composition (CHON) and functional groups (COOH, OH phenolic and carbonyl) of the humic acids attributed to variations in composition of the original substrates. The lombricompost of cow dung showed higher oxidation values (O/H = 0.49) than the lombricompost of filter press cake of sugar cane (0.40) suggesting a higher grade of humification of the first. The grass residue showed higher contribution to the CIC (COOH + OH = 9.0 me/g) than the coffee pulp (7.1 me/g) the total essential elements were concentrated in the remanent residue, with lower content in the water and 0.1 M HCL solutions; the fulvic and humic fractions had very low content of these elements. The humic acid at the concentrations tested did not have any effect on the germination of maize and cotton, and depressed the germination of tomato seeds.*

**Keywords:** Humic acids, Lombricompost, Seed germination, Corn, Cotton, Tomato.

<sup>1</sup> Estudiante del programa de Magister. Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira; <sup>2</sup> Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. A.A. 237; <sup>3</sup> Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. A.A. 237.

## INTRODUCCION

Dado el creciente uso de los materiales orgánicos compostados y lombricompostados es importante encontrar un criterio para la caracterización de sus componentes húmicos. En sustancias húmicas del suelo el análisis elemental (CHONS) es la metodología más ampliamente usada, siendo fundamentales las relaciones atómicas H/C, O/C y N/C, y la determinación de los grupos funcionales con oxígeno (COOH, OH, C=O) para el estudio de estas sustancias (García, 1991, Cegarra, 1992). La caracterización de las sustancias húmicas provenientes de lombricompostos ha sido menos estudiada. Aunque los lombricompostos presentan unas sustancias muy similares a las sustancias húmicas del suelo (Businelli et al, 1984), no existe, a la fecha, un criterio satisfactorio para su evaluación (Petrucci et al, 1988).

Sobre las implicaciones agronómicas de su utilización existen numerosas investigaciones: depende del tipo de planta (García, 1991), la concentración usada (García, 1991; Clen et al, 1994) del origen de las sustancias húmicas (Abad et al, 1991, Valdrighi et al, 1995), y de la metodología experimental (García, 1991).

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Nacional sede Palmira. Los ácidos húmicos se extrajeron de cuatro (4) lombricompostos: Bovinaza (B<sub>1</sub>), Cachaza (C<sub>2</sub>), Pulpa de café (PC<sub>3</sub>) y residuo de pasto *Paspalum notatum* (RP<sub>4</sub>), obtenidos por Menjivar (1994).

La extracción, fraccionamiento y purificación de las sustancias húmicas se realizó por el procedimiento recomendado por The International Humic Substances Society (Schoitzer and Preston, 1986), modificado por Torrente (1994).

Para el análisis elemental del C, H y N se utilizó un microanalizador elemental Leco CHN - 600; el oxígeno se determinó por diferencia a 100 de la suma de los porcentajes de carbono, nitrógeno e hidrógeno. La acidez total se determinó por el método del hidróxido de bario, originalmente diseñado para carbones, adaptado para sustancias húmicas por Schnitzer y Khan (1972) y revisado por Perdue (1985). Los grupos carboxilo se analizaron por el método de acetato de calcio, los grupos OH - fenólicos se calcularon por diferencia entre la acidez total y los grupos carboxilo, (García, 1991). Los grupos carbonilo se determinaron por el método de la oximación, adaptada por Schnitzer

y Khan (1972). Se realizaron dos repeticiones por determinación y los resultados se expresaron como peso de muestra seca sin ceniza.

Los elementos esenciales totales se determinaron en las siguientes fracciones:

1. Elementos solubles en agua desionizada (hidrosolubles)
2. Elementos solubles en agua acidulada (HCL 0.1 M)
3. Elementos totales contenidos en los sustratos originales y en los fulvatos, ácidos húmicos y residuo remanente.

Se probaron los ácidos húmicos extraídos de los cuatro (4) lombricompostos a 2 concentraciones, 150 y 300 ppm, en carbono orgánico, sobre la germinación de semillas de maíz, algodón y tomate; el ensayo se mantuvo a temperatura ambiente de 24°C durante el desarrollo del experimento; se hicieron lecturas a las 12, 24, 48 y 96 horas. La parcela experimental consistió en 20 semillas/tratamiento envueltas en papel germinador con 4 repeticiones. Los controles fueron agua desionizada y KOH 0.1 M.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### CARACTERIZACIÓN DE LAS FRACCIONES HÚMICAS DE LOS LOMBRICOMPUESTOS.

Se observaron diferencias en los contenidos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en los materiales (*cuadro 1*). La bovinaza presentó el menor valor de carbono (53.7%), la pulpa de café (57.3%) y el residuo de pasto (56.7%) valores intermedios, y la cachaza el mayor valor (58.45%). Los valores de oxígeno presentaron el siguiente orden ascendente: Cachaza (32.7%), pulpa de café (33.7%), residuo de pasto (35.5%) y bovinaza (37.9%). El contenido de hidrógeno mostró un patrón similar al de carbono. El nitrógeno es de difícil interpretación dada la biodegradabilidad de este elemento, y no mostró una secuencia como la presentada por el carbono y el oxígeno. Los contenidos de carbono, hidrógeno y nitrógeno fueron ligeramente superiores a los encontrados por Inbar et al (1990), Deiana et al (1990) y a los valores modales dados por Schnitzer y Preston (1986) para gran número de suelos, sin embargo, se asemejan a los obtenidos para residuos vegetales, autores citados por Inbar et al (1990).

La relación H/C expresa el grado de aromaticidad. Un valor igual o menor de 1.1 para suelos orgánicos indica alto grado de aromaticidad (Inbar et al, 1990). De acuerdo con estos autores, los materiales estudia-

**Cuadro 1. Composición elemental y relaciones atómicas de los ácidos húmicos extraídos de los diferentes lombricompuestos.**

LOMBRICOMPUESTO	% GRAVIMÉTRICO							
	C <sub>e</sub>	H <sub>e</sub>	N <sub>e</sub>	O	H/C	N/C	O/C	O/H
Bovinaza ( B1 )	53.7	4.8	3.5	37.9	1.07	0.056	0.53	0.49
Cachaza ( C2 )	58.5	5.1	3.7	32.7	1.05	0.053	0.42	0.40
Pulpa de café ( PC3 )	57.3	4.9	4.1	33.7	1.03	0.060	0.44	0.43
Residuo de pasto ( RP4 )	56.7	4.8	3.0	35.5	1.02	0.044	0.47	0.46

\* Base seca, libre de cenizas. 2 repeticiones por determinación. Lab. Química y Suelos CIAT, Palmira

dos presentaron alta aromaticidad con valores entre 1.02 (el residuo de pasto) y 1.07 (bovinaza).

Los valores de la relación N/C próximos a 0.1 se consideran normales para materiales bien humificados y su aplicación no causa desequilibrio nutritivo en la fertilización nitrogenada. Los ácidos húmicos estudiados presentaron valores de 0.04 a 0.06, relativamente bajos.

La relación O/H está directamente asociada con el grado de oxidación de las moléculas de las sustancias húmicas (Ortega y Ortega 1983), y suele crecer con el progreso de la humificación Kononova (1966), citados por Cegarra et al (1976). De los materiales en estudio la bovinaza (O/H = 0.49) resultó ser el material más oxidado mientras que la cachaza (O/H = 0.40) presentó la menor oxidación, sugiriendo un mayor grado de humificación para el primero. La relación O/C al igual que la relación O/H expresa el grado de oxidación y mostró un patrón similar.

Sin embargo, sobre la base del análisis elemental únicamente no se deben hacer inferencias de similitudes entre sustancias húmicas; el conocimiento de los grupos funcionales, de su estructura química y de las propiedades físicas y sus relaciones es básico para entender el papel que las sustancias húmicas juegan en el suelo.

**GRUPOS FUNCIONALES**

Se encontraron diferencias entre los contenidos de los grupos carboxilo, OH - fenólicos, carbonilo y acidez total para los ácidos húmicos extractados (Cuadro 2).

Las estructuras carboxílicas junto con las OH - fenólicas, son las principales responsables de la CIC aportada por los materiales orgánicos al suelo. La mayoría de los grupos carboxilos disocian como anión carboxilato a los valores de pH encontrados en suelos fértiles. Los derivados fenólicos, e hidroxifenólicos, no se encuentran sustancialmente disociados cuando el pH es menor de 9.0, sin embargo, la presencia de sustituyentes activantes puede bajar suficientemente los valores de PKa a valores que les permita contribuir a la CIC.

Considerando lo anterior y los resultados obtenidos el residuo de pasto (RP4) parece ser el material que más aporta a la CIC (COOH + OH = 9.0 me/g), seguido de la bovinaza (8.4 me/g), la cachaza (8.2 me/g) y en último lugar la pulpa de café (7.1 me/g).

Estos valores son ligeramente superiores a los citados en la literatura para ácidos húmicos de residuos vegetales en descomposición y para residuos orgánicos varios (Inbar, 1990), sin embargo, están incluidos entre los rangos establecidos por Schnitzer (1978) para

**Cuadro 2. Grupos funcionales de los ácidos húmicos obtenidos de los cuatro lombricompuestos.**

LOMBRICOMPUESTO	ACIDEZ TOTAL	CARBOXILO	OH - FENÓLICO	CARBONILLO
	me / g *			
Bovinaza ( B1 )	8.4	1.3	7.1	1.3
Cachaza ( C2 )	8.2	2.9	5.3	3.0
Pulpa de café ( PC3 )	7.1	2.9	4.2	1.4
Residuo de pasto ( RP4 )	9.0	3.1	5.9	3.3

\* Base seca, libre de cenizas. 2 repeticiones por determinación. Lab. M. O., U.N. Palmira.

ácidos húmicos del suelo, que son 5.6 - 8.9, 1.5 - 5.7, 2.1 - 5.7 me/g para los grupos acidez total, carboxilo y OH - fenólico respectivamente.

El contenido de los grupos hidroxil - fenólicos se encuentra asociado con la presencia de lignina, taninos, ácidos fenólicos y flavonoides, que permanecen en las estructuras húmicas por su alta resistencia a la descomposición. Los altos valores encontrados para los grupos OH - fenólicos son un indicio de que los materiales de partida eran ricos en lignina y taninos.

Los grupos carbonilo, por otra parte, sirven para establecer puentes de hidrógeno en los complejos arcillo-húmicos del suelo, Schnitzer y Kodama (1977), de donde se deduce un mayor poder complejante para

los lombricompuestos de residuos de pastos (RP4) y cachaza (C2) sobre los de bovinaza (B1) y pulpa de café (PC3) que mostraron menores contenidos de este grupo.

**DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES TOTALES EN LAS FRACCIONES HÚMICAS Y NO HÚMICAS.**

Fue evidente la alta concentración de los elementos en la fracción remanente y en la soluble en HCl 0.1M. El potasio mostró buena solubilidad en agua. Con excepción del fósforo, que mostró buen contenido en los fulvatos, el contenido de los elementos presentes en los fulvatos y ácidos húmicos fue muy bajo (Cuadro 3). De acuerdo con los datos presentados en el Cuadro 4 los elementos esenciales totales muestra-

**Cuadro 3. Distribución porcentual de los elementos esenciales totales. valores promedio para las diferentes fracciones de lombricompuestos.**

ELEMENTO	LOMBRICOMP. ORIGINAL	FRACCIÓN SOLUBLE			FRACCIÓN INSOLUBLE	
		AGUA	HCL 0.1M	FULVATOS	ACIDOS HÚMICOS	RESIDUO PERMANENTE
		%				
P	2.985.00	4.40	18.40	8.00	0.12	33.00
K	7.065.00	30.60	33.60	0.80	0.00	14.90
Ca	7.425.00	1.70	46.40	1.60	0.03	54.30
Mg	2.888.00	2.80	12.40	0.30	0.00	64.40
Fe	4.040.00	0.05	0.20	0.40	0.05	71.50
Cu	23.30	2.60	3.90	3.90	1.70	85.50
Mn	106.00	0.20	23.60	0.60	0.01	64.60
Zn	52.00	0.40	5.60	1.30	0.08	69.20
B	19.00	3.20	5.30	0.50	0.20	68.40

**Cuadro 4. Distribución porcentual de los elementos esenciales totales en las fracciones húmicas de los lombricompuestos evaluados.**

ELEMENTO	LOMBRICOMP. ORIGINAL	FRACCIÓN SOLUBLE			FRACCIÓN INSOLUBLE	
		AGUA	HCL 0.1M	FULVATOS	ACIDOS HÚMICOS	RESIDUO PERMANENTE
		%				
Bovinaza ( B1 )	33.913.50	12.00	25.40	1.14	0.03	39.50
Cachaza ( C2 )	27.749.90	1.20	20.90	2.10	0.08	46.80
Pulpa de café ( PC3 )	16.926.90	15.90	37.90	2.80	0.03	32.10
Residuo de pasto ( RP4 )	19.923.00	14.50	31.30	1.50	0.03	51.70
Promedio		10.90	28.90	1.90	0.04	42.50

ron la siguiente distribución: 10.9% en la fracción soluble en agua, 28.9% en la fracción soluble en HCl 0.1M, 1.9% en los fulvatos, 0.04% en los ácidos húmicos y 42.5% en el residuo remanente, se observó, además la baja solubilidad en agua de los elementos contenidos en la cachaza.

**Influencia de los ácidos húmicos sobre la geminación de las semillas.**

La observación de la variación temporal de los valores absolutos para las semillas que inician germinación, permite apreciar la velocidad del inicio de germinación para cada especie vegetal, la cual ocurrió en 90% a las 24 horas para las semillas de maíz (Cuadro 5) y algodón (Cuadro 6) y a las 48 horas para el tomate (Cuadro 7), en todos los tratamientos. García (1991) también obtuvo la mayor iniciación radicular en maíz a las 24 horas con un 40% de germinación.

No hubo diferencia significativa entre la germinación de las semillas de maíz y algodón, a las dos concentraciones ensayadas, comparadas con el control en agua desionizada (Cuadros 8 y 9). En tomate, la germinación de las semillas del tratamiento control en agua desionizada, fue significativamente superior a la germinación de las semillas tratadas con los ácidos húmicos (Cuadro 10). No se presentó diferencia entre las fuentes y las dosis (150 y 300 ppm) para los ácidos húmicos estudiados (Cuadros 8, 9 y 10), ni entre el testigo en agua desionizada y los demás tratamientos (factorial) para los cultivos de maíz y algodón (Cuadros 8, 9). En tomate hubo efecto depresivo entre el tratamiento control en agua desionizada y los demás tratamientos (Cuadro 10).

Se pone en evidencia que no hubo efecto estimulativo de los ácidos húmicos sobre la germinación de semillas y se concluye, por consiguiente, que las sustancias húmicas ensayadas a las concentraciones de 150 y 300 ppm no afectaron la germinación de semillas de maíz y algodón y causaron efectos depresivos en la germinación de semillas de tomate.

**Cuadro 5. Influencia de los ácidos húmicos en concentraciones de 150 y 300 ppm, sobre la iniciación radicular en semillas de maíz.**

TRATAMIENTO	SEMILLAS EMERGIDAS ( PROMEDIO DE 4 REPETICIONES)				
	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS	TOTAL
To	17.50	1.50	0.00	0	19.00
TKOH	4.00	1.75	0.75	0	6.50
B <sub>1</sub> 150	16.75	1.00	0.00	0	17.75
B <sub>1</sub> 300	16.50	1.50	0.25	0	18.25
C <sub>2</sub> 150	16.25	2.00	0.00	0	18.25
C <sub>2</sub> 300	14.25	3.75	0.00	0	18.00
PC <sub>3</sub> 150	15.50	2.25	0.00	0	17.75
PC <sub>3</sub> 300	16.00	2.75	0.00	0	18.75
RP <sub>4</sub> 150	15.00	2.75	0.00	0	17.75
RP <sub>4</sub> 300	17.75	0.25	0.25	0	18.25

**Cuadro 6. Influencia de los ácidos húmicos en concentraciones de 150 y 300 ppm, sobre la iniciación radicular en semillas de algodón**

TRATAMIENTO	SEMILLAS EMERGIDAS ( PROMEDIO DE 4 REPETICIONES)				
	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS	TOTAL
To	18.25	1.00	0.00	0	19.25
TKOH	0.00	0.00	0.00	0	0.00
B <sub>1</sub> 150	19.00	0.25	0.00	0	19.25
B <sub>1</sub> 300	18.50	0.25	0.00	0	18.75
C <sub>2</sub> 150	17.75	0.50	0.00	0	18.25
C <sub>2</sub> 300	19.00	0.25	0.00	0	19.25
PC <sub>3</sub> 150	18.00	0.75	0.25	0	19.00
PC <sub>3</sub> 300	17.75	0.25	0.00	0	18.00
RP <sub>4</sub> 150	18.00	0.50	0.00	0	18.50
RP <sub>4</sub> 300	17.25	0.75	0.25	0	18.25

**Cuadro 7. Influencia de los ácidos húmicos en concentraciones de 150 y 200 ppm, sobre la iniciación radicular en semillas de tomate**

TRATAMIENTO	SEMILLAS EMERGIDAS ( PROMEDIO DE 4 REPETICIONES)				
	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS	TOTAL
To	1.75	14.00	0.50	0	16.25
TKOH	1.75	13.75	0.50	0	16.00
B <sub>1</sub> 150	0.25	13.00	1.25	0	14.50
B <sub>1</sub> 300	1.00	12.75	0.75	0	14.50
C <sub>2</sub> 150	0.50	13.75	0.75	0	15.00
C <sub>2</sub> 300	0.00	16.25	0.25	0	16.50
PC <sub>3</sub> 150	0.00	14.00	0.25	0	14.25
PC <sub>3</sub> 300	0.00	11.50	0.00	0	11.50
RP <sub>4</sub> 150	1.50	13.50	1.00	0	16.00
RP <sub>4</sub> 300	0.50	10.00	2.25	0	12.75

**Cuadro 8. Influencia de los acidos húmicos en concentraciones de 150 y 300 ppm, sobre el % de germinación de semillas de maíz viables a las 96 horas.**

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMED.
	1	2	3	4	
TH <sub>2</sub> O	85	100	100	95	95.00 a
TKOH	15	80	60	15	30.00 a
B <sub>1</sub> 150	80	85	85	95	86.25 a
B <sub>1</sub> 300	85	95	95	85	90.00 a
C <sub>2</sub> 150	90	100	85	80	88.75 a
C <sub>2</sub> 300	90	85	65	95	83.75 a
PC <sub>3</sub> 150	90	95	95	75	88.75 a
PC <sub>3</sub> 300	85	85	95	100	91.25 a
RP <sub>4</sub> 150	80	95	80	95	87.50 a
RP <sub>4</sub> 300	85	95	85	95	90.00 a
X = 83.12%    S = 10.36%    CV = 12.46%    DVS = 14.95%					

FUENTES	DOSIS		PROMEDIO
	150	300	
B <sub>1</sub>	86.25	90.00	88.12 a
C <sub>2</sub>	88.75	83.75	86.25 a
PC <sub>3</sub>	88.75	91.25	90.00 a
RP <sub>4</sub>	87.50	90.00	88.75 a
PROMEDIO	87.81 a	88.75 a	

TRATAMIENTO	PROMEDIO
Testigo agua	95.00 a
Factorial	88.28 a

**Cuadro 9. Influencia de los acidos húmicos en concentraciones de 150 y 300 ppm, sobre el % de germinación de semillas de algodón viables a las 96 horas.**

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMED.
	1	2	3	4	
TH <sub>2</sub> O	100	100	100	80	95.00 a
TKOH	0	0	0	0	0.00 b
B <sub>1</sub> 150	95	85	100	85	91.25 a
B <sub>1</sub> 300	100	100	95	80	93.75 a
C <sub>2</sub> 150	90	100	90	85	91.25 a
C <sub>2</sub> 300	95	85	95	85	90.00 a
PC <sub>3</sub> 150	95	85	75	100	88.75 a
PC <sub>3</sub> 300	90	85	90	85	87.50 a
RP <sub>4</sub> 150	100	85	90	70	86.25 a
RP <sub>4</sub> 300	90	75	90	80	83.75 a
X = 80.85%    S = 8.14%    CV = 10.07%    DVS = 11.75%					

FUENTES	DOSIS		PROMEDIO
	150	300	
B <sub>1</sub>	91.25	93.75	92.50 a
C <sub>2</sub>	91.25	90.00	90.62 a
PC <sub>3</sub>	88.75	87.50	88.12 a
RP <sub>4</sub>	86.25	83.75	85.00 a
PROMEDIO	89.38 a	88.75 a	

TRATAMIENTO	PROMEDIO
Testigo agua	95.00 a
Factorial	89.06 a

**Cuadro 10. Influencia de los acidos húmicos en concentraciones de 150 y 300 ppm, sobre el % de germinación de semillas de tomate viables a las 96 horas.**

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMED.
	1	2	3	4	
TH <sub>2</sub> O	40	90	45	60	58.75 a
TKOH	45	30	40	50	41.25 b
B <sub>1</sub> 150	35	55	50	25	41.25 b
B <sub>1</sub> 300	10	20	25	25	20.00 c
C <sub>2</sub> 150	20	20	25	30	23.75 bc
C <sub>2</sub> 300	25	40	45	30	35.00 bc
PC <sub>3</sub> 150	15	10	20	30	18.75 c
PC <sub>3</sub> 300	20	35	20	20	23.75 bc
RP <sub>4</sub> 150	40	30	50	40	40.00 b
RP <sub>4</sub> 300	30	15	20	20	21.25 c
X = 32.38%    S = 10.77%    CV = 33.27%    DVS = 15.55%					

FUENTES	DOSIS		PROMEDIO
	150	300	
B <sub>1</sub>	41.25	20.00	30.62 a
C <sub>2</sub>	23.75	35.00	29.37
PC <sub>3</sub>	18.75	23.75	21.25 a
RP <sub>4</sub>	40.00	21.25	30.62 a
PROMEDIO	30.93 a	25.00 a	

TRATAMIENTO	PROMEDIO
Testigo agua	58.75 a
Factorial	27.70 b

García (1991) al estudiar el efecto de los ácidos húmicos extraídos de un lignito y una turba de tipo «sphagnum moss» sobre la germinación de semillas de maíz y otras especies a concentraciones de 150 y 300 ppm en carbono orgánico, encontró que los ácidos húmicos incrementaban tanto la velocidad como el número de semillas germinadas para todos los tratamientos, excepto cuando se utilizó la concentración de 300 ppm que causó efectos depresivos en la

germinación, concluyendo que es difícil generalizar sobre los efectos estimulantes de las sustancias húmicas sobre la germinación de semillas de cualquier especie vegetal, ya que esta depende de la especie y la concentración usada.

*Esta investigación fue soportada con fondos del contrato Rc- 009 - 93' UN - Colciencias.*

## BIBLIOGRAFIA

- ABAD, M.; FORMES, F.; GARCIA, D.; CEGARRA, J. and ROIG, A.** Effects of humic substances from different sources on growth and nutrient content of cucumber plants. Lecture notes «Humic substances in aquatic and terrestrial Environments». Earth Sciences. Vol. 33(1991); p. 391-396.
- BUSINELLI, M.; PERUCCI, P.; PATUNI, M. and GLUISQUIANI, P.L.** Chemical composition and enzymatic activity of some worm casts. Plant and soil. Vol 80 (1984); p. 417-422.
- CEGARRA, R. J.** Aislamiento y caracterización de sustancias húmicas y su efecto sobre el crecimiento vegetal. En: SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO. Estrategias Biotecnológicas en la Recuperación de Suelos de Ladera de Zonas Semiaridas. Medellín, 1992.
- CLEN, Y.; MAGEN, H. and J. RIOV.** Humic substances originating from rapidly decomposing organic matter e properties and effects on plant growth. In: SENESI, N. and MIAMO, T.M. (ed). Humic substances in the global environment and implications on human health. Elsevier Science B. Vol. 1994; p. 427-429.
- GARCIA, H. D.** Aislamiento y caracterización de sustancias húmicas de turbas y carbones : Estudio de algunos de sus efectos sobre el desarrollo vegetal. Murcia, 1991. p. 424. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, Facultad de Ciencias Químicas y matemáticas.
- INBAR, Y.; CHEN, Y.; and HADAR, Y.** Humic substances formed during the composting of organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 54 (1990); p. 1316-23.
- MENJIVAR, J.C.** Evaluación de la calidad de cuatro lombricompuestos. Palmira, 1994. p.119. Tesis de Magister en Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- PETRUSI, F. M. de NOBILLI; VIOTTO, M. and SEQUI, P.** Caracterización of organic matter from animal manures after girdening by earth worms. Plant and soil. Vol. 105 (1988); p. 41-46.
- SCHINTZER, M. and PRESTON, C.M.** Analysis of humic acid by solution and solid-state carbón-13 Nuclear Magnetic Resonance. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 50 (1986); p. 326-331.
- TORRENTE, A.** Extracción, fraccionamiento y purificación de las sustancias húmicas de ocho lombricompuestos. Palmira, 1994. Tesis de Maestría en Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- VALDRIGHI, M.M.; PEREA, A.; SCATEMA, S.; AGROLUCCI, M. and VALLINI, G.** Effect of humic acids extracted from mined lignite or composted vegetable residues on plant growth and soil microbial populations. Compost Science & Utilization. Vol 3, No. 1 (1995); p. 30-88.