



Efeitos no cultivo do milho de um extrato líquido humificado residual, obtido a partir de vermicomposto

Effects of a humic liquid extract obtained from vermicompost on growing and yield corn

Dr.C. Andrés Calderín García^I, Ing. Jaime Javier Pimentel Quintero^{II}, Dr.C. Dariellys Martínez Balmori^{III},
M.Sc. Rafael Huelva López^{III}, Dr.C. Fernando Guridi Izquierdo^{III}

^I Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro–UFRRJ, Departamento de Solos, Seropédica (RJ), Brasil.

^{II} Autoridad Nacional del Ambiente, Panamá.

^{III} Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Agronomía, San José, Mayabaque, Cuba.

RESUMO. Vermicompostos (VC) e seus extratos (húmus líquidos) constituem materiais que estimulam o crescimento e desenvolvimento das plantas aumentando seus rendimentos em condições de cultivo de pequena ou grande escala. Este trabalho avalia os efeitos biológicos de um extrato líquido húmico, sobre os parâmetros de crescimento no cultivo de milho (*Zea mays* L.). Ao sólido residual que fica após o processo de obtenção do húmus líquido Liplant a partir de um VC de esterco bovino, foi aplicada uma nova extração de substâncias húmicas (SH) em meio básico (KOH/Na₄P₂O₇). O novo extrato líquido obtido (ELH) foi previamente caracterizado e aplicado via foliar ao cultivo de milho em condições reais de campo em diluições de 1:10, 1:20 e 1:30 (v:v). O ELH apresentou características químicas e físicas semelhantes às presentes em compostos humificados aquosos. A aplicação do ELH às plantas de milho, Exerceu efeito positivo sobre o comprimento e diâmetro do caule, comprimento da espiga sem folhas, massa fresca da espiga com e sem folhas e no rendimento da quantidade de espigas. A partir destes resultados, é possível propor estudos para aperfeiçoar a obtenção do húmus líquido dos vermicompostos e introduzi-los no manejo fitotécnico da cultura do milho.

Palavras chave: húmus líquido, manejo orgânico, ácidos húmicos, bioatividade.

ABSTRACT. Vermicompost (VC) and its extracts (liquid humus) are materials that stimulate the growth and development of the plants, increasing their yield in small and large-scale farming conditions. This paper evaluates the biological effects of a liquid humic extract, previously characterized on the parameters of growth, development and production in the cultivation of maize (*Zea mays* L.). To the residual solid remaining after the obtaining liquid humus (Liplant®) from VC cattle manure, was applied a new extraction of humic substances (HS) in basic medium. The new liquid extract (ELH) was applied to leaves of corn plants in field conditions at dilutions of 1:10, 1:20 and 1:30 (v:v). To study the effects of ELH it was evaluated growth, development and production parameters. Chemical and physical characteristics of ELH were similar to aqueous humified compounds. The foliar application of ELH to corn plants, exerted positive effects on length and stem diameter, length of cobs without leaves, cobs fresh weight with and without leaves and on the yield of the number of cobs. From these results, it is possible to propose studies to incorporate this new liquid humus in the initial formulation of liquid humus (Liplant® product) or in its technology of application.

Keywords: liquid humus, organic management, humic acids, bioactivity.

INTRODUÇÃO

A utilização de materiais humificados e extratos húmicos na agricultura vêm crescendo nos últimos anos. Embora os rendimentos produtivos na agricultura orgânica possam chegar a serem menores (20-25%) aos comparados com a agricultura convencional (SEUFERT *et al.*, 2012; DE PONTI *et al.*, 2012), ainda é importante a implementação de uma agricultura ecoló-

gica e sustentável que possa garantir uma alimentação acessível e saudável à população menos desenvolvida (BADGLEY & PERFECTO, 2007).

Os vermicompostos têm sido materiais naturais muito utilizados na agricultura orgânica, tanto na sua forma íntegra como na forma de extratos líquidos húmicos (húmus líquidos)

(GARCÍA *et al.*, 2014). Estes materiais apresentam comprovados efeitos sobre os rendimentos produtivos, crescimento e desenvolvimento das plantas e melhoram as condições químicas e físicas do solo (OO *et al.*, 2013; NAJAR & KHAN, 2013; SOLIS-MEJIA *et al.*, 2012). As substâncias húmicas presentes nos vermicompostos apresentam capacidade para exercer efeitos positivos no metabolismo das plantas (GARCÍA *et al.*, 2014). Estas substâncias são reconhecidas por melhorar o funcionamento do metabolismo radicular, aumentando a emissão de raízes laterais (CANELLAS & OLIVARES, 2014).

Neste trabalho, é estudada a bioatividade de um extrato líquido húmico, obtido a partir do residual humificado sólido que fica depois do processo de obtenção de um húmus líquido (Liplant®) a partir de vermicomposto de esterco bovino.

MÉTODOS

Obtenção e caracterização físico-química do extrato líquido obtido

O sólido residual que fica depois do processo de obtenção do húmus líquido Liplant® a partir de um VC de esterco bovino, foi colocado para secagem ao ar livre durante sete dias e depois o tamanho das partículas foi homogeneizado com peneira de 2 mm. Uma massa do sólido seco e homogeneizado foi misturada com uma dissolução extratora aquosa, consistente em KOH+Na₄P₂O₇

(relação 1:20 m:v) e a mistura mantida em agitação mecânica durante 24 horas e depois oito horas em repouso. Posteriormente a fase líquida foi centrifugada a 4000 g e filtrada com papel Whatman qualitativo. O líquido escuro finalmente obtido foi denominado como extrato líquido humificado (ELH).

No ELH foram avaliados os conteúdos de matéria orgânica (M.O), de substâncias húmicas totais (SH), ácidos húmicos (AH) e ácidos fúlvicos (AF), mediante combustão úmida com dicromato de potássio em meio ácido e posterior titulação com Sal de Mohr (SANTOS & CAMARGO, 1999). Os valores do pH e da condutividade elétrica (CE) foram medidos diretamente no ELH a 25 °C, utilizando o método potenciométrico em um aparelho CRISON modelo Basic 20 para o primeiro e um condutímetro HANNA modelo EC 215 para o segundo. A densidade do extrato foi determinada utilizando picnômetros de 25 mL. Todas as avaliações foram realizadas por triplicado. A espectroscopia na região UV-Visível, foi utilizada para determinar a relação E₄/E₆ (relação dos valores das absorvâncias a 465 e 665 nm) em um Spectrophotometer ZuZi UV- 4200.

Execução do experimento em condições de campo

O experimento foi realizado na fazenda “El Guayabal”, pertencente à Universidade Agrária da Havana, Cuba. Utilizou-se uma área de experimentação de 134 m² e um Latossolo Vermelho (QUADRO 1).

QUADRO 1. Características químicas e físicas do solo presente na área experimental

Na+	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P (P ₂ O ₅)	CTC	C.E	M.O	pH
cmol.kg ⁻¹				mg.100g	cmol.kg ⁻¹	mS.cm ⁻¹	(%)	(H ₂ O)
0,13	0,35	12,7	2,7	11,98	15,80	0,25	2,17	6,8

O solo foi preparado utilizando-se tração animal, com uma distancia entre sulcos de 0,70 m. Duas sementes de milho (*Zea mays* var. Canilla) foram colocadas por cova manualmente, com distancia entre covas de 0,35 m e uma densidade populacional total de 40816 plantas por hectare. Durante o cultivo foram feitas duas limpezas para eliminação das plantas daninhas (aos 15 e 50 dias depois de germinadas, DDG). Foi utilizado um delineamento experimental totalmente casualizado com cinco tratamentos (T: controle; T1: Liplant® 1:20 (v:v); T2: ELH 1:10 (v:v); T3: ELH 1:20 (v:v); T4: ELH 1:30 (v:v)) e três réplicas para cada um. Os tratamentos foram aplicados diretamente sobre as folhas até ficarem totalmente molhadas. As aplicações foram feitas aos 23, 48 e 75 DDG. Foram realizadas avaliações na fase vegetativa (22 e 48 DDG) das plantas nos indicadores de crescimento (comprimento e diâmetro do caule) e na fase de colheita (92 DDG) nos indicadores da produtividade biológica (comprimento da espiga com e sem folhas, diâmetro da espiga sem folhas, número de fileiras de grãos por espiga, massa fresca da espiga com e sem folhas, massa das folhas da espiga e massa seca de 100 grãos por espiga).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características químicas e físicas avaliadas no ELH aparecem no QUADRO 2, onde se observou que o sólido humificado utilizado possuía ainda quantidades significativas de matéria orgânica humificada solúvel. Também se observou

evidenciase que as SH constituíram a fração maioritária da M.O no extrato, e ao mesmo tempo, foram os ácidos fúlvicos (AF) a fração maioritária delas. Os valores da C.E e da densidade encontram-se na faixa das dissoluções aquosas das substâncias extraídas de materiais compostados. A relação E₄/E₆ apresentou um valor semelhante aos possuem das substâncias húmicas com características principalmente fúlvicas.

QUADRO 2. Características químicas e físicas do ELH obtido

Parâmetro (unidade)	Valores
M.O. (g.kg ⁻¹)	28,32
S.H. (g.kg ⁻¹)	19,04
A.H. (g.kg ⁻¹)	8,94
A.F. (g.kg ⁻¹)	10,10
AH/AF	0,88
C.E. (mS.cm ⁻¹)	3,48
Densidade (kg.dm ³)	0,48
E ₄ /E ₆	6,01
pH (H ₂ O)	7,2

Outros húmus líquidos extraídos a partir de diferentes fontes apresentaram características químicas e físicas (pH, C.E, relação de AH/AF) semelhantes às mostradas nesse extrato exercendo ao mesmo tempo e ao mesmo tempo exercendo efeitos positivos no metabolismo de diferentes plantas (ORTEGA & FERNANDEZ, 2007; SINGH *et al.*, 2010;

GUTIÉRREZ-MICELI *et al.*, 2011; ZHANG *et al.*, 2011; CANELLAS *et al.*, 2012).

Na Figura 1 são mostradas as diferenças no crescimento das plantas entre a primeira e a segunda aplicação do ELH. Tanto para o comprimento quanto para o diâmetro do caule das plantas, todos os tratamentos com substâncias húmicas exerceram efeitos que superaram ao controle. Para o comprimento das plantas, os tratamentos de ELH em diluições de 1:20 e 1:30 (v:v) não mostraram diferenças estatísticas com a diluição 1:20 do Liplant®. Os tratamentos ELH 1:20 (v:v) e 1:30 (v:v), atingiram, respectivamente, incrementos 60,3% e 58,3% superiores ao controle. No diâmetro do caule, o tratamento de ELH 1:30 (v:v) exerceu uma resposta inferior ao Liplant® 1:20 (v:v), mas duplicou com relação ao controle.

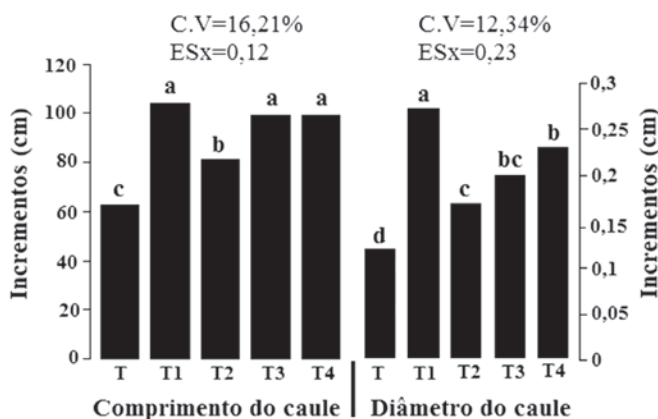


FIGURA 1. Incrementos no comprimento e diâmetro do caule entre a primeira (22 DDG) e a segunda (48 DDG) aplicação (T: controle, T1: Liplant® 1:20 (v:v), T2: ELH 1:10 (v:v), T3: ELH 1:20 (v:v), T4: ELH 1:30 (v:v)). (a...d, letras diferentes indicam diferenças significativas segundo Duncan, $p < 0,05$).

Os efeitos deste ELH sobre alguns indicadores de crescimento de plântulas de milho em condições de laboratório já foram comprovadas (GARCÍA *et al.*, 2009), bem como os efeitos positivos do húmus líquido Liplant® sobre indicadores de crescimento e produtivos no cultivo do tomate (ARTEAGA, 2014).

É relatado que os ácidos húmicos obtidos de vermicompostos (contidos no ELH) exercem efeitos positivos sobre o crescimento radicular em plantas e podem exercer efeitos de proteção diante estresse oxidativo (CANELLAS *et al.*, 2011; GARCÍA *et al.*, 2014 a) o que facilita o desenvolvimento das plantas. Na Figura 2 são mostrados os parâmetros de diâmetro espiga sem folhas e o número de fileiras de grãos na espiga. No caso do parâmetro de diâmetro da espiga, somente o tratamento de ELH em diluição de 1:10 (v:v) mostrou exercer um aumento

com diferença estatística quando comparado com o controle e superior em 11,25%. As diluições de 1:20 e 1:30 (v:v) não mostraram exercer aumentos quando comparado com o controle. Da mesma forma aconteceu para o parâmetro de número de fileiras, onde nenhum dos três tratamentos do ELH teve um efeito superior ao controle. Novamente o tratamento com o produto Liplant® (diluição 1:20 v:v) exerceu efeitos superiores ao tratamento controle.

No QUADRO 3 São mostrados os parâmetros de massa fresca da espiga com e sem folhas e a massa das folhas da espigas. Contrariamente ao comportamento que os tratamentos vinham exercendo nos parâmetros anteriormente descritos, a massa fresca da espiga com folhas apresentou um estímulo significativo nas plantas tratadas com ELH 1:30 (v:v) e superior tanto ao tratamento controle quanto ao tratamento com Liplant® 1:20 (v:v), aumentando em um 12,19% e 17,60% respectivamente. No caso da massa fresca da espiga sem folhas, os tratamentos ELH 1:10 (v:v) e Liplant® 1:20 (v:v) exerceram os maiores estímulos (40,77% e 42,68% respectivamente) e com diferenças estatísticas ao tratamento controle. No caso da massa das folhas da espiga, o tratamento de ELH 1:30 (v:v) exerceu um aumento significativo e superior ao controle e ao tratamento Liplant® 1:20 (v:v) em um 4% e superior ao 100% respectivamente.

O resultado da massa seca de 100 grãos é mostrado na FIGURA 3. Os tratamentos do ELH em diluições de 1:10 e 1:20 (v:v) exerceram estímulos semelhantes ao tratamento com Liplant® 1:20 (v:v) e superior ao tratamento controle em 24% para ELH 1:10 (v:v) e em 22% para ELH 1:20 (v:v).

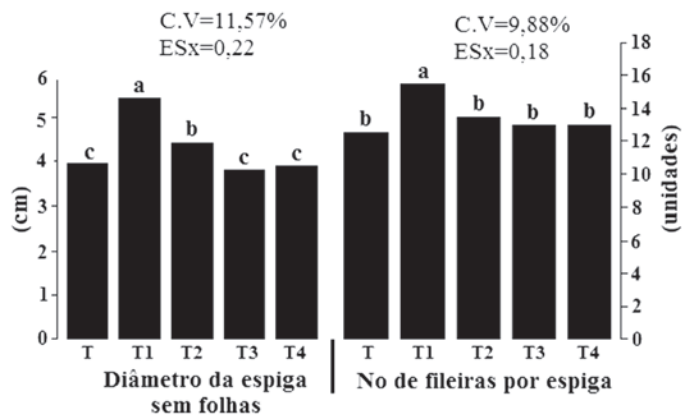


FIGURA 2. Diâmetro da espiga sem folhas (cm) e número de fileiras de grãos por espiga (u) (T: controle, T1: Liplant® 1:20 (v:v), T2: ELH 1:10 (v:v), T3: ELH 1:20 (v:v), T4: ELH 1:30 (v:v)), (a...c, letras diferentes indicam diferenças significativas segundo Duncan, $p < 0,05$).

QUADRO 3. Massa fresca da espiga com e sem folhas (g), massa das folhas da espiga (g). (a...c, letras diferentes indicam diferenças significativas segundo Duncan, $p < 0,05$).

Tratamentos	MFEcF ^(a) (g)	MFEsF ^(b) (g)	MFE ^(c) (g)
Controle	208.34 (b)	121.00 (b)	87.34 (a)
Liplant® 1:20	198.76 (b)	172.65 (a)	26.11 (c)
ELH 1:10	194.55 (b)	170.34 (a)	24.21 (c)
ELH 1:20	202.97 (b)	130.45 (b)	72.52 (b)
ELH 1:30	233.75 (a)	142.33 (b)	91.42 (a)
	C.V=14.23% ESx=0.22	C.V=11.12% ESx=0.31	C.V=13.21% ESx=0.19

Tratamentos	MFEcF ^(a) (g)	MFEsF ^(b) (g)	MFE ^(c) (g)
^(a) massa fresca da espiga com folhas ^(b) massa fresca da espiga sem folhas ^(c) massa das folhas da espiga			

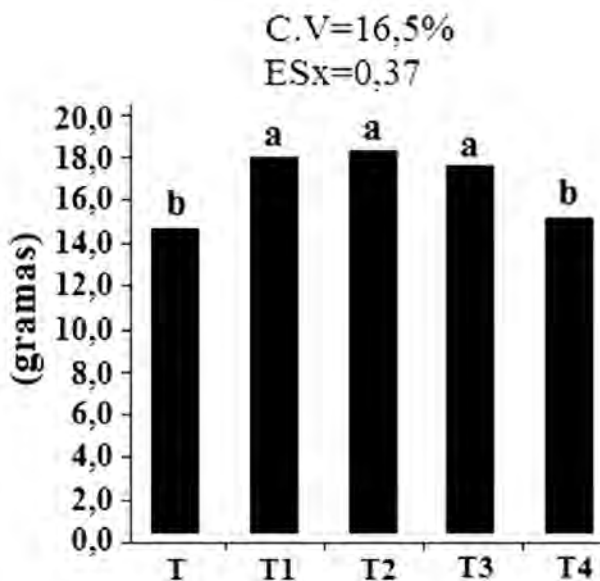


FIGURA 3. Massa seca de 100 grãos, (T: controle, T1: Liplant® 1:20 (v:v), T2: ELH 1:10 (v:v), T3: ELH 1:20 (v:v), T4: ELH 1:30 (v:v)), (a...b, letras diferentes indicam diferenças significativas segundo Duncan, $p < 0,05$).

Sefossem calculados os rendimentos em função da quantidade e da massa fresca das espigas (com folhas e sem folhas) e expresso como $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, os resultados refletiriam que o tratamento com a diluição 1:20 (v:v) do produto Liplant® superaria ao controle em 16,7% com folhas e em 13,10% sem folhas. O tratamento com o ELH em diluição 1:30 (v:v) também exerceria um aumento dos rendimentos de 12,4% e em 8,0% com folhas e sem folhas respectivamente. Nas outras diluições do ELH haveriam diminuições do rendimento em função das espigas com folhas, mas provocariam acréscimos referidos às espigas sem folhas de 3,6% para a diluição 1:10 (v:v) e de 7,3% para a diluição 1:20 (v:v).

Nesse estudo foi encontrado que o ELH exerceu efeitos positivos e superiores ao controle tanto nos parâmetros de crescimento quanto nos produtivos. Na literatura diferentes autores fazem referência a esta capacidade dos materiais humificados nas plantas. Os vermicompostos obtidos de diferentes fontes de resíduos urbanos e animais misturados com solo, assim como seus extratos aquosos, mostraram aumentar a porcentagem de germinação, a área foliar e a biomassa em plantas de rabanete (*Raphanus sativus* ‘Cherry Belle’), marigold (*Tagetes patula* ‘Orange Boy’) e agrião (*Barbarea verna*) (WARMAN & ANGLOPEZ, 2010). Autores como GUTIÉRREZ-MICELI *et al.* (2008), relataram que o uso de húmus líquido obtido de vermicomposto de esterco bovino estimulou o crescimento e desenvolvimento de plantas de *Sorghum bicolor* L. SINGH *et*

al. (2010), mostraram que húmus líquidos obtidos de vermicompostos de esterco bovino e restos vegetais, melhoraram os parâmetros produtivos (qualidade dos frutos) em plantas de morango (*Fragaria x ananassa* Duch).

Os mecanismos pelos quais as substâncias húmicas presentes nestes extratos húmicos exercem seus efeitos em plantas são ainda discutidos na literatura. CANELLAS *et al.* (2011), sugerem que as substâncias húmicas e seus derivados isolados de vermicompostos de esterco bovino, exercem uma atividade tipo auxina em plantas de milho e que este modo de ação envolve um aumento da atividade das H^+ ATPase, propiciando a emissão e alongamento do sistema radicular (CANELLAS *et al.*, 2002). Neste sentido, MUSCOLO *et al.* (2013), descreveram que as substâncias húmicas podem exercer uma ação tipo hormonal em diferentes plantas. GARCÍA *et al.* (2012, 2014), relataram que os ácidos húmicos isolados de esterco bovino exerce seus efeitos em plantas, por meio da utilização de espécies reativas do oxigênio.

É relatado que os ácidos húmicos obtidos de vermicompostos exercem efeitos positivos sobre o crescimento radicular em plantas e podem exercer efeitos de proteção diante estresse oxidativo (CANELLAS *et al.*, 2011; BERBARA & GARCÍA, 2014).

Desta forma, estudos realizados sobre os efeitos de substâncias húmicas em plantas, utilizando técnicas de expressão em larga escala (cDNA-AFLP e Microarray), mostraram que os efeitos destas substâncias envolve um complexo modo de ação que regula componentes do metabolismo primário e secundário (JANNINET *et al.*, 2012).

Nesse trabalho foi comprovado que o ELH extraído a partir do sólido residual da primeira extração de substâncias húmicas de um vermicomposto, ainda apresenta atividade biológica em plantas de milho em condições de campo. Isto pressupõe uma revisão na obtenção do húmus líquido inicialmente isolado e na sua aplicação, tendo como finalidade, futuros estudos que possibilitem a incorporação deste novo extrato líquido no manejo de aplicação do Liplant® ou como uma fração a ser acrescentada na formulação inicial.

CONCLUSÕES

- Mediante a extração de substâncias húmicas ao sólido residual que fica no processo de extração de um húmus líquido (Liplant®), se obteve um ELH com características químicas e físicas que se correspondem às obtidas para outros materiais humificados semelhantes.
- A aplicação foliar do ELH em plantas de milho em condições de campo, exerceu efeitos positivos segundo a diluição usada sobre os indicadores de crescimento e produção ava-

liados (a diluição 1:30 v:v para o comprimento e diâmetro do caule, massa fresca da espiga com folhas; a diluição 1:10 v:v para o comprimento e a massa fresca da espiga sem folhas), efeitos que poderiam ser ocasionados pela presença das substâncias húmicas

- - Segundo estes resultados, é possível propor estudos direcionados à incorporação desse extrato na formulação do húmus líquido Liplant® ou na sua inclusão no conjunto de ações filotécnicas do cultivo.

AGRADECIMENTOS

A.C.G agradece a CNPq-CAPES pela bolsa PDJ e financiamento mediante o projeto Ciências sem Fronteiras-PVE A060/2013. Os autores agradecem ao projeto CAPES-MÊS EDITAL N° 46/2013, 215/13. Os autores agradecem às agências CAPES e CNPq pelo financiamento mediante os projetos SIS-BIOTA/CNPq, Universal e CARBIOMA/CBPq e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro-FAPERJ (APQ1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADGLEY, C. & PERFECTO, I.: "Can organic agriculture feed the world?", *Renew Agr Food Syst*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S1742170507001986>, ISSN 1742-1705, 22: 80-86, 2007.
- BERBARA, R.L.L & GARCÍA, A.C.: *Humic substances and plant defense metabolism*. In: PARVAIZ, A. & WANI, M.R., eds. *Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment*. Springer Science+Business Media, ISBN 978-1-4614-8599-5, 1: 297-319, New York. 2014.
- CANELLAS, L.P & OLIVARES, F.L.: "Physiological responses to humic substances as plant growth promoter", *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, DOI: 10.1186/2196-5641-1-3, ISSN 2196-5641, 1: 1-3, 2014.
- CANELLAS, L.P., BALMORI, D.M., MÉDICI, L.O., AGUIAR, N.O., CAMPOSTRINI, E., ROSA, R.C.C., FAÇANHA, A.R. & OLIVARES, F.L.: "A combination of humic substances and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation enhances the growth of maize (*Zea mays* L.)" *Plant Soil*, DOI: 10.1007/s11104-012-1382-5, ISSN 0032-079X, 366: 119-132, 2012.
- CANELLAS, L.P., DANTAS, D.J., AGUIAR, N.O., PERES, L.E.P., ZSÖGÖN, A., OLIVARES, F.L., DOBBS, L.B., FAÇANHA, A.R., NEBBIOSO, A. & PICCOLO, A.: "Probing the hormonal activity of fractionated molecular humic components in tomato auxin mutants". *Ann Appl Biol*, DOI: 10.1111/j.1744-7348.2011.00487.x, ISSN 1744-7348, 159: 202-211, 2011.
- CANELLAS, L.P., OLIVARES, F.L., OKOROKOVA-FAÇANHA, A.L. & FAÇANHA, A.R.: "Humic Acids Isolated from Earthworm Compost Enhance Root Elongation, Lateral Root Emergence, and Plasma Membrane H⁺-ATPase Activity in Maize Roots" *Plant Physiol*, ISSN 0032-0889, 130: 1951-1957, 2002.
- DE PONTI, T., RIJK, B. & VAN ITTERSUM, M.K.: "The crop yield gap between organic and conventional agriculture", *Agr Syst*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.007088>, ISSN 0308-521X, 108: 1-9, 2012..
- GARCÍA A.C., SANTOS, L.A., IZQUIERDO, F.G., RUMJANEK, V.M., CASTRO R.N., DOS SANTOS, F.SOARES., DE SOUZA, L.G.A. & BERBARA, R.L.L.: "Potentialities of vermicompost humic acids to alleviate water stress in rice plants (*Oryza sativa* L.)", *J Geochem Explor*, DOI:10.1016/j.gexplo.2013.10.005, ISSN 0375-6742, 136: 48-54, 2014.
- GARCÍA, A.C., IZQUIERDO, F.G., TRUJILLO, A.M. & NIEBLAS, E.G.: "Efectos biológicos de derivados del humus de lombriz sobre el crecimiento de plantas de maíz cv. Canilla". *Centro Agrícola*, ISSN 0253-5785, 36: 27-31, 2009.
- GARCÍA, A.C., SANTOS, L.A., IZQUIERDO, F.G., SPERANDIO, M.V.L., CASTRO, R.N. & BERBARA, R.L.L.: "Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect rice plant against oxidative stress", *Ecol Eng*, DOI:10.1016/j.ecoleng.2012.06.011, ISSN 0925-8574, 47: 203-208, 2012.
- GARCÍA, A.C., IZQUIERDO, F.G. & BERBARA, R.L.L.: *Effects of Humic Materials on Plant Metabolism and Agricultural Productivity*, In: AHMAD, P. & RASOO, S., Eds. *Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance*. Academic Press. Elsevier-USA, ISBN: 978-0-12-800876-8, 1: 449-466, USA, 2014.
- GUTIÉRREZ-MICELI, F.A., GARCÍA-GÓMEZ, R.C., RINCÓN, R.R., ABUD-ARCHILA, M., OLIVA, L.M.A., CRUZ, M.J.G. & DENDOOVEN, L.: "Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate", *Bioresource Technol*, DOI:10.1016/j.biortech.2007.12.043, ISSN 0960-8524, 99: 6174-6180, 2008.
- GUTIÉRREZ-MICELI, F.A., LLAVEN, M.A.O., NAZAR, P.M., SESMA, B.R., ALVAREZ-SOLÍS, J.D. & DENDOOVEN, L.: "Optimization of vermicompost and worm-bed leachate for the organic cultivation of radish" *J Plant Nutr*, DOI: 10.1080/01904167.2011.592561, ISSN 0190-4167, 34: 1642-1653, 2011.
- JANNIN, L., ARKOUN, M., OURLY, A., LAÏNÉ, P., GOUX, D., GARNICA, M., FUENTES, M., SAN FRANCISCO, S., BAIGORRI, R., CRUZ, F., HOUDUSSE, F., GARCIA-MINA, J.M., YVIN, J.C. & ETIENNE, P.: "Microarray analysis of humic acid effects on Brassica napus growth: involvement of N, C and S metabolisms", *Plant Soil*, DOI: 10.1007/s11104-012-1191-x, ISSN 0032-079X, 359: 297-319, 2012.
- MUSCOLO, A., SIDARI, M. & NARDI, S.: "Humic substance: Relationship between structure and activity. Deeper information suggests univocal findings", *J Geochem Explor*, DOI:10.1016/j.gexplo.2012.10.012, ISSN 0375-6742, 129: 57-63, 2013.
- OO, A. N., IWAI, C.B. & SAENJAN, P.: "Soil properties and maize growth in saline and nonsaline soils using cassava-industrial waste compost and vermicompost with or without earthworms" *Land Degrad. Dev*, DOI:10.1002/ldr.2208, ISSN 1099-145X, 2013.
- ORTEGA, R & FERNÁNDEZ, M.: "Agronomic Evaluation of Liquid Humus Derived From Earthworm Humic Substances", *J. Plant Nutr*, DOI: 10.1080/01904160701700574, ISSN 0190-4167, 30: 2091-2104, 2007.
- SANTOS, G. A. & CAMARGO, F.A.O.: *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*, pp. 293-298, Porto Alegre: Genesis, ISBN 978-89-85401-73-9, Porto Alegre, Brasil, 1999.

- SEUFERT, V., RAMANKUTTY, N. & FOLEY, J.A.: "Comparing the yields of organic and conventional agriculture". *Nature*, DOI: 10.1038/nature11069, ISSN 0028-0836, 485: 229-232, 2012.
- SINGH, R., GUPTA, R.K., PATIL, R.T., SHARMA, R.R., ASREY, R., KUMAR, A. & JANGRA, K.K.: "Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)", *Sci Hortic-Amsterdam*, DOI:10.1016/j.scienta.2009.12.002, ISSN 0304-4238, 124:34-39, 2010.
- SOLIS-MEJIA, L., ISLAS-ESPINOZA, M. & VICENTA, E.M.: "Vermicomposting of Sewage Sludge: Earthworm Population and Agronomic Advantages", *Compost Sci Util*, DOI:10.1080/1065657X.2012.10737016, ISSN 1065-657X, 20: 11-17, 2012.
- WARMAN, P.R. & ANGLOPEZ, M.J.: "Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium", *Bioresource Technol*, DOI:10.1016/j.biortech.2010.01.098, ISSN 0960-8524, 101: 4479-4483, 2010.
- ZHANG, J., HUB, F., LI, H., GAO, Q., SONG, X., KE, X. & WANG L.: "Effects of earthworm activity on humus composition and humic acid characteristics of soil in a maize residue amended rice-wheat rotation agroecosystem", *Appl Soil Ecol*, doi:10.1016/j.apsoil.2011.08.004, ISSN 0929-1393, 51: 1-8, 2011.

Recibido: 18/12/2014.

Aprobado: 09/10/2015.

Publicado: 13/01/2016.

Andrés Calderín García, Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ. BR 465, km 7. CEP. 23890-000 Seropédica (RJ). Bolsistas PDJ de CAPES. E-mail: cg.andres@gmail.com

Jaime Javier Pimentel Quintero, E-mail: pimentel_quintero@hotmail.com

Dariellys Martínez Balmori, E-mail: dariellys@unah.edu.cu

Rafael Huelva López, E-mail: rafael@unah.edu.cu

Fernando Guridi Izquierdo, E-mail: fguridi@unah.edu.cu



**CRECIMIENTO
SOSTENIBLE
EN LA AGRICULTURA
Y LA GANADERÍA**

**UNIVERSIDAD
AGRARIA
DE LA HABANA**

- *Mecanización en la agricultura ecológica
- *Biotecnología vegetal
- *Biofertilizantes
- *Biorreguladores de crecimiento vegetal
- *Control de plagas
- *Laboratorios de análisis químico
- *Alimentación animal no convencional
- *Mejoramiento animal
- *Sistemas silvopastoriles