

## Uso de bioinoculante à base de substâncias húmicas e bactérias promotoras de crescimento em milho<sup>(1)</sup>

**Silézio Ferreira da Silva<sup>(2)</sup>; Luciano Pasqualoto Canellas<sup>(3)</sup>; Natália de Oliveira Aguiar<sup>(4)</sup> e Fábio Lopes Olivares<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de CNPq, FAPERJ, INCT para Fixação Biológica de Nitrogênio, IFS.

<sup>(2)</sup> Bolsista de Iniciação Científica CNPq; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF; Campos dos Goytacazes- RJ; silezioferreira@hotmail.com

<sup>(3)</sup> Professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

<sup>(4)</sup> Estudante de Pós graduação (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

**RESUMO:** Um novo conceito de bioinoculante vem sendo desenvolvido baseado no uso combinado de substâncias húmicas (SH) e microrganismos promotores de crescimento vegetal visando estimular o metabolismo vegetal e a economia no uso de nutrientes na agricultura. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de uso do nitrogênio em condições de campo pela cultura do milho inoculadas ou não com uma suspensão de bactérias promotoras do crescimento vegetal e ácidos húmicos. O experimento foi conduzido em condições de campo nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. A uréia foi aplicada em cobertura em doses equivalentes a 0, 45, 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup> no primeiro ano e 0, 19, 37,5, 75, 112,5 e 150 kg de N ha<sup>-1</sup> no segundo ano. O primeiro ano foi caracterizado pela baixa produção devido à seca e efeito significativo do inoculante na produção em todas as concentrações de N utilizadas. No segundo ano, sem restrição hídrica devido a ocorrência de chuvas regulares, a inoculação não promoveu mudanças na produção de milho. Os resultados evidenciam o efeito da tecnologia na produção de milho em situações de baixa disponibilidade de N e de água.

**Termos de indexação:** efeitos fisiológicos de ácidos húmicos, microrganismos diazotróficos endofíticos, insumos para agricultura sustentável.

### INTRODUÇÃO

A utilização de fertilizantes nitrogenados na agricultura está diretamente associado ao uso de fontes de energia não renovável e custos de produção cada vez maiores. Tal fato tem estimulado a busca por alternativas que possam diminuir a utilização deste fertilizante sem perdas na produtividade. Um novo conceito de bioinoculante vem sendo desenvolvido baseado no uso combinado de substâncias húmicas (SH) e microrganismos promotores de crescimento vegetal visando estimular o metabolismo vegetal e a economia no uso de nutrientes na agricultura. As SH

compreendem a maior parte da matéria orgânica de solos, águas e sedimentos. Além de condicionarem as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, as SH tem reconhecido efeito sobre o metabolismo de plantas (Nardi et al., 2009). O mercado de produtos à base de SH vem crescendo anualmente e no Brasil é marcado por produtos importados extraídos de turfas e rochas sedimentares (lignita). O produto gerado pelo processo da vermicompostagem de diferentes resíduos orgânicos é rico em SH, especialmente ácidos húmicos (AH), e tem ação reconhecida como estimulante do crescimento vegetal (Aguiar et al. 2013). A utilização de microrganismos promotores de crescimento vegetal na agricultura representa uma ferramenta para intensificação ecológica de processos microbianos benéficos a produção (Gehring et al., 2013). A produção de soja brasileira foi bastante beneficiada pela simbiose com o rizóbio representando uma grande economia de N para o agronegócio brasileiro. As bactérias diazotróficas endofíticas realizam a fixação biológica de N em plantas não leguminosas como milho, trigo, arroz e cana-de-açúcar, mas sua tecnologia de utilização ainda está distante da tecnologia de inoculação observada com o rizóbio. No entanto, o potencial de utilização de bactérias diazotróficas endofíticas é grande e vai além da capacidade de fixar de N<sub>2</sub> atmosférico uma vez que os microrganismos promotores de crescimento vegetal podem aumentar a síntese da auxina e giberelina, estimular o crescimento das raízes e, por conseguinte, a absorção de água e nutrientes. Além disso, podem atuar na solubilização de nutrientes no solo. Adenomye et al (2009) obtiveram uma economia de até 30% do N exigido pela cultura quando inocularam as plantas com *Bacillus amyloliquefaciens* e *B. pumilus*. A combinação de SH com a inoculação da bactéria *Herbaspirillum seropedicae* resultou em aumento de 65% na produção de grãos de milho (Canellas et al., 2013). A otimização das respostas e a ampliação do uso da tecnologia de inoculação dependem do conhecimento dos fatores envolvidos na produção

do bioinoculante e da sua interação com a planta. Nesse trabalho são apresentados os resultados da aplicação à campo do bioinoculante à base de ácidos húmicos e bactérias promotoras do crescimento vegetal durante duas safras consecutivas e diferentes taxas de utilização da uréia em cobertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com o híbrido AG 2040, com densidade de semeadura de 5 a 6 sementes por metro linear, durante os anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011, na Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. A fertilização nitrogenada foi realizada a partir da aplicação de uréia em cobertura, após 20 dias de emergência das plântulas. Foram aplicadas doses equivalentes a 0, 45, 90 e 180 kg de ha<sup>-1</sup> no primeiro ano, e 0, 19, 37,5, 75, 112,5 e 150 kg ha<sup>-1</sup> no segundo ano. A aplicação foliar do bioinoculante foi realizada aos 45 dias após a germinação com dose equivalente a 400 L ha<sup>-1</sup> da suspensão contendo 10<sup>8</sup> células mL<sup>-1</sup> da mistura das bactérias *Bulkholderia* sp. (estirpe UENF 114111) e *Bulkholderia silvatlantica* (estirpe UENF 117111), combinadas com AH (20 mg C L<sup>-1</sup>) extraídos de vermicomposto de esterco de curral. A suspensão foi aplicada com pulverizador costal (**Figura 1**).



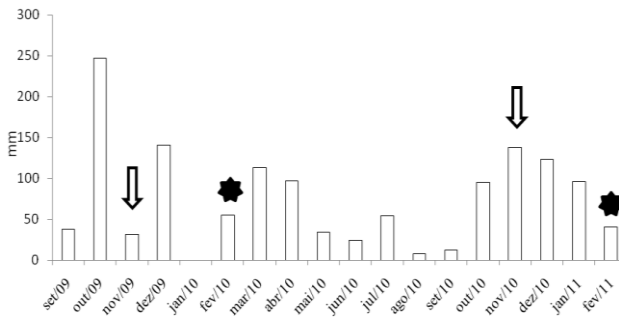
**Figura 1.** Aplicação foliar do bioinoculante à base de substâncias húmicas e bactérias promotoras do crescimento vegetal

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, sendo a parcela útil constituída por 4 linhas centrais com 5 metros de comprimento e 0,9 m entre linhas. O solo utilizado foi classificado como um Cambissolo e apresentou as seguintes características na camada arável: pH 5,4; CTC: 103,2 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; V%: 53% e MO: 34,82 g dm<sup>-3</sup>. A adubação de semeadura foi realizada com 250 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante 0-15-15. A eficiência de uso de N foi calculada de acordo com Fageria et al. (1997). Eficiência Agronômica (EA) = (PGcf - PGsf)/(QNa), onde: PGcf = produção de grãos com fertilizante, PGsf = produção de grãos sem fertilizante e QNa = quantidade de nutriente aplicado.

Para cálculo da eficiência econômica foram utilizados os valores de R\$ 26,20 para a saca de milho ([www.noticiasagricolas.com.br](http://www.noticiasagricolas.com.br)) e R\$ 1.224,10/ ton de uréia ([www.agrolink.com.br](http://www.agrolink.com.br)).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

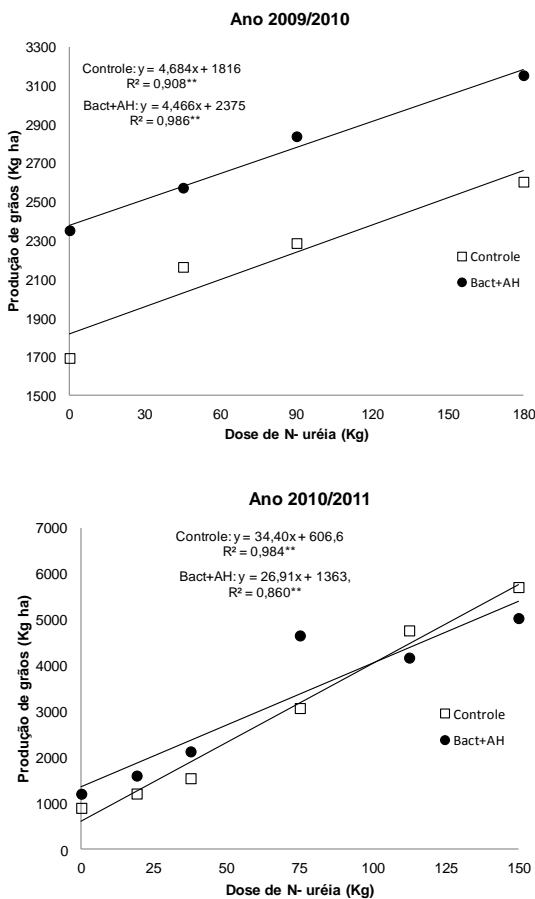
O primeiro ano do experimento foi caracterizado pela presença de longo um período atípico de ausência de chuvas (superior a 45 dias) entre os meses de dezembro de 2009 e fevereiro de 2010 (**Figura 2**). Com isso foi observado um baixo nível de produção (**Figura 3a**). No período caracterizado por chuvas abaixo da média a aplicação bioinoculante promoveu incremento na produção em relação ao tratamento controle em todas as doses de N (**Figura. 3a**). O estresse hídrico aparente provocado pela falta de chuvas reduziu significativamente a produção (máximo de 3000 kg ha<sup>-1</sup>) e, nestas circunstâncias, as plantas inoculadas foram mais eficientes na utilização do N-fertilizante, independente do nível da adubação de cobertura. No segundo ano de experimentação, o regime regular de chuvas aumentou a produtividade do milho e não foi observado efeito significativo da inoculação nas diferentes doses de uréia com exceção da taxa de 75 kg N ha<sup>-1</sup> (**Figura 3b**). O ponto de interseção das curvas de dose-resposta dos tratamentos inoculados e não inoculados foi com uso de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N. A bioinoculação aumentou a eficiência agronômica e econômica na menor dose de N aplicada (**Tabela 1**). No segundo ano de produção, foi observado um ponto de máxima eficiência agronômica e econômica no milho inoculado na dose de 75 Kg ha<sup>-1</sup> de N a partir da qual não houve efeito da inoculação sobre a eficiência do uso de N.



**Figura 2.** Precipitação pluviométrica em Campos dos Goytacazes durante o período de realização do experimento. As setas indicam o período de plantio e as estrelas de colheita. Fonte: UFRRJ- Estação Experimental Campus Leonel Miranda.

**Tabela 2:** Eficiência Agronômica (EA em kg/kg) e econômica (EE) em função das taxas de adubação de cobertura nas plantas inoculadas com microrganismos benéficos e ácidos húmicos (bac+AH).

Dose N (Kg N/ha)	EA		EE
	Sem inoculação	Com inoculação	bac+ah – cont
<b>Safra 2009/2010</b>			
45	10,5	19,6	0,27
90	6,6	9,7	0,38
180	5,1	8,1	0,44
<b>Safra 2010/2011</b>			
19	16,4	37,0	0,46
37,5	17,2	32,8	0,69
75	29,0	50,0	1,84
112,5	34,3	29,1	-0,53
150	32,0	27,5	-0,58



\*\* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 3. (A e B)** Produção de grãos de milho em função das doses de fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura nas plantas inoculadas com bactérias promotoras do crescimento vegetal e AH.

## CONCLUSÃO

O bioinoculante à base de substâncias húmicas e microrganismos promotores de crescimento vegetal aumentou a produção de milho em condições de baixo nível de adubação nitrogenada e principalmente quando a safra ocorreu num período de pouca chuva. A intensificação ecológica promovida pelo uso do bioinoculante pode representar uma alternativa importante e sustentável para a agricultura de baixo uso de insumos.

## REFERÊNCIAS

- ADENEMOYE A.O., TORBERT H.A., KLOPPER J.W.; Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers; *Microb Ecol* v.58 p. 921-929, 2009
- AGUIAR N.O.; OLIVARES F.L.; NOVOTNY E.H.; DOBBS L.B.; BALMORI D.M.; SANTOS-JÚNIOR L.G.; CHAGAS J.G.; FAÇANHA A.R.; CANELLAS L.P. Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages *Plant Soil* DOI 10.1007/s11104-012-1277-5, 2013.
- 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*, *Plant Soil* (2013) 366:119–132.
- GEHRING, C., MOURA, E.G., SANTOS, R.R.S., AGUIAR, A.C.F., SOUSA, A.M.B., BODDEY, R.M. Ecological intensification of rice production in the lowlands of Amazonia – Options for smallholder rice producers. *Europ. J. Agronomy* 46 (2013) 25-33.



## XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

4

NARDI S, CARLETTI P, PIZZEGHELLO D, MUSCOLO A (2009) BIOLOGICAL ACTIVITIES OF HUMIC SUBSTANCES. IN: SENESI N, XING B, HUANG PM (eds) Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems. Vol 2, part 1. Fundamentals and impact of mineral-organicbiota interactions on the formation, transformation, turnover, and storage of natural nonliving organic matter (NOM). Wiley, Hoboken, pp 305–339.

<http://www.noticiasagricolas.com.br/cotacoes/milho>.  
Acesso em: 22/05/2013

<http://www.agrolink.com.br/noticias/NoticiaDetalhe.aspx?CodNoticia=171695>. Acesso em: 22/05/2013



# XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC