



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS E PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR

Alex Caitan Skolaude⁽¹⁾; Lineu Trindade Leal⁽²⁾; Raquel Schmatz⁽⁶⁾; Getúlio Elias Pilleco⁽⁶⁾; Sérgio Delmar dos Anjos e Silva⁽³⁾; Verônica Massena Reis⁽⁴⁾; Sandro José Giacomini⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Acadêmico do curso de agronomia; Dept° de solos/CCR; Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, n° 1000, Bairro Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS. alexskolaude@hotmail.com; ⁽²⁾ Eng.Agr. Mestrando do PPGCS/UFSM; Dept° de solos/CCR; Universidade Federal de Santa Maria; ⁽³⁾ Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS; ⁽⁴⁾ Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia; Seropédica, RJ. ⁽⁵⁾ Prof. Dr. de Solos; Dept° de solos/CCR; Universidade Federal de Santa Maria. ⁽⁶⁾ Acadêmico do curso de agronomia; Dept° de solos/CCR; Universidade Federal de Santa Maria.

Resumo – A cana-de-açúcar apresenta baixa resposta a adubação nitrogenada em função desta ser beneficiada pela fixação biológica de nitrogênio (FBN). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de bactérias diazotróficas sobre a produtividade de colmos de cana-de-açúcar. O experimento com quatro genótipos da Ridesa foi conduzido no município de Jaguari (RS). Em cada genótipo foram comparados três tratamentos: sem inoculante e com adubação nitrogenada, com inoculante e sem adubação nitrogenada e sem inoculante e sem adubação nitrogenada (testemunha). O inoculante utilizado foi cedido pela Embrapa Agrobiologia sendo formado por um conjunto de cinco estirpes de quatro espécies de bactérias diazotróficas: *Gluconacetobacter diazotrophicus* – BR11281, *Herbaspirillum rubrisubalbicans* – BR11335, *H. rubrisubalbicans* – BR11504, *Azospirillum amazonense* – BR11115 e *Burkholderia sp.* – BR11366. Houve interação entre inoculação e genótipo, sendo que nos genótipos (RB925211 e RB987935) a inoculação resultou em aumento médio na produtividade de colmos de 21,6 Mg ha⁻¹ em relação ao tratamento testemunha sem inoculação. O genótipo RB925211 se destacou quando submetido à inoculação de bactérias diazotróficas com produtividade superior a obtida sob a dose de 120 kg de N ha⁻¹. O efeito da inoculação de bactérias diazotróficas em cana-de-açúcar é dependente do genótipo e pode promover a obtenção de altas produtividades de colmos de cana-de-açúcar sem o uso de adubação nitrogenada.

Palavras-Chave: fixação biológica de nitrogênio; estirpes; colmos; adubação nitrogenada.

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar representa grande importância para a economia do Brasil, sendo que o país é maior produtor mundial com uma área total em torno de 8,7 milhões de hectares e uma produtividade média de 80 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2009). A área plantada com cana no país vem crescendo de forma linear nos últimos anos, sendo que um dos principais fatores que gerou incentivos na produção foi à demanda crescente

por biocombustíveis. No Rio Grande do Sul (RS) a cultura é importante fonte de renda a pequenos produtores, contribuindo para a manutenção de muitas famílias no meio rural. A publicação do zoneamento agrícola para a cultura no RS e a demanda por etanol, deverá contribuir para um aumento da área cultivada com essa cultura no RS.

Embora apresente alta demanda em nitrogênio, a cultura da cana-de-açúcar recebe doses de fertilizantes nitrogenados consideradas baixas em relação à quantidade do nutriente que é exportada na colheita (Urquiaga et al., 1992). Estudos realizados indicam que essa baixa resposta da cana à adubação nitrogenada ocorre pelo fato de que a cultura é beneficiada pela FBN realizada por bactérias diazotróficas endofíticas. Apesar de ser conhecida a influência dos genótipos e das condições de fertilidade do solo sobre a fixação biológica de nitrogênio em cana-de-açúcar (BODDEY et al., 2001), pouco se conhece sobre o potencial da inoculação das bactérias diazotróficas endofíticas nos diferentes genótipos existentes desta cultura.

Neste contexto a busca por uma alta produtividade de cana-de-açúcar, aliada aos efeitos benéficos da FBN, nos remetem a estudar de forma mais detalhada o comportamento de alguns genótipos de cana-de-açúcar frente à inoculação de bactérias diazotróficas. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da inoculação de bactérias diazotróficas sobre a produtividade de genótipos de cana-de-açúcar no município de Jaguari, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Núcleo de Pesquisa Avançada do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFET), sediado na localidade do Chapadão no município de Jaguari – RS (29°29'S, 54°41'W) no período de julho de 2009 a julho de 2010. Os tratamentos foram organizados em esquema fatorial 4 x 3, no delineamento experimental blocos ao acaso, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos de quatro genótipos de cana-de-açúcar (RB925211, RB965902, RB867515, RB987935) sob três condições: com adubação nitrogenada (120 kg ha⁻¹ de N) e sem inoculante (Com N), sem adubação nitrogenada e com

inoculante (Com inoculação) e sem adubação nitrogenada e sem inoculante (Testemunha).

O inoculante utilizado foi cedido pela Embrapa Agrobiologia sendo formado por um conjunto de cinco estirpes de quatro espécies de bactérias diazotróficas: *Gluconacetobacter diazotrophicus* – BR11281, *Herbaspirillum rubrisubalbicans* – BR11335, *H. rubrisubalbicans* – BR11504, *Azospirillum amazonense* – BR11115 e *Burkholderia sp.* – BR11366. A inoculação foi realizada por imersão dos toletes, com três gemas por um período de uma hora, em calda de inoculação com diluição de uma dose de inoculante em 200 litros de água.

Anteriormente a implantação do experimento a área experimental recebeu uma aração seguida por gradagem e aplicação de calcário (3.000 kg ha⁻¹ de calcário). O plantio dos genótipos foi realizado no dia 30 de agosto de 2009 em sulcos, com uma densidade de 18 gemas m⁻². O espaçamento entre linhas utilizado foi de 1,4m, sendo que cada parcela ficou composta por três linhas de cinco metros. No momento do plantio foi realizada adubação de correção de fósforo, potássio e micronutrientes aplicando-se 480 kg ha⁻¹ de fertilizante 0-25-20 e 30 kg ha⁻¹ de FTE BR12 como fonte de micronutrientes. Quantidade de fertilizantes foi definida com base na análise de solo e na recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004). A adubação nitrogenada referente ao tratamento com N foi parcelada em três doses, sendo uma no momento do plantio de 30 kg ha⁻¹, 45 kg ha⁻¹ de N aos 106 dias após o plantio (DAP), seguido de uma terceira aplicação aos 141 DAP, de 45 kg ha⁻¹.

A colheita foi realizada em 30 de julho de 2010, onde foi avaliada a produtividade pela pesagem dos colmos de cada linha central das parcelas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre inoculação e genótipos. A inoculação de bactérias diazotróficas resultou em aumento de produtividade de colmos de cana planta em dois (RB925211 e RB867515) dos quatro genótipos avaliados (Tabela 1). No genótipo RB925211 o aumento na produtividade de colmos devido a inoculação foi de 27,8 Mg ha⁻¹ (87,3 Mg ha⁻¹ vs 115,1 Mg ha⁻¹). Já no genótipo RB867515 a inoculação proporcionou um aumento de 15,4 Mg ha⁻¹ na produtividade de colmos, a qual aumentou de 82,6 Mg ha⁻¹ no tratamento testemunha para 98,0 kg ha⁻¹ no tratamento com inoculação. É importante destacar que os genótipos RB925211 e RB867515 inoculados, apresentaram produtividade de colmos superior e semelhante, respectivamente, aos tratamentos em que esses mesmos genótipos receberam 120 kg de N-uréia ha⁻¹. Tais resultados indicam que a FBN pode suprir a demanda de N destes genótipos ou ser equivalente à dose de adubação utilizada neste estudo.

As diferenças observadas, entre genótipos, quanto à influência da inoculação de bactérias diazotróficas

sobre a produtividade de colmos pode estar relacionada a fatores como o genótipo. Segundo Gyaneshwar et al. (2002) as razões para a variabilidade de resposta da FBN em gramíneas ainda não foram completamente elucidadas. Tem sido sugerido que a interação genótipo da planta e ambiente exerça um papel decisivo sobre a eficiência do diazotrófico. Outro fator que pode influenciar o processo da fixação de nitrogênio é a presença do nitrogênio mineral. Altas aplicações de fertilizantes nitrogenados já foram sugeridas como responsáveis pela diminuição do número populacional de *Gluconacetobacter diazotrophicus* em variedades de cana-de-açúcar (FUENTES & RAMÍREZ et al., 1999; MUTHUKUMARASAMY et al., 1999).

Mesmo os genótipos apresentando esta variação de resposta ao efeito da inoculação de bactérias diazotróficas na produtividade, a FBN pode ser um fator diferencial para diminuir o uso de fertilizantes nitrogenados, sem que haja comprometimento da produtividade desta cultura. Isto também reforça a importância de estudos para seleção de genótipos responsivos a inoculação. A manipulação de genes que estão envolvidos no metabolismo do nitrogênio, carbono e fotossíntese pode melhorar a eficiência do processo da FBN, maximizando o potencial da associação planta-bactéria (NOGUEIRA et al. 2001). Deve-se ressaltar também, que a resposta à inoculação não precisa necessariamente estar relacionada à fixação biológica de N. Podendo ser reflexo dos variados estímulos ao crescimento da planta, promovidos pela população de bactérias diazotróficas. Bastián et al. (1998) mostrou que bactérias *Gluconacetobacter diazotrophicus*, produzem giberelinas e ácido indol acético (AIA).

Para os genótipos RB867515 e RB987935 a adubação nitrogenada teve efeito positivo na produtividade diferindo significativamente das suas testemunhas sem inoculação e sem N. No entanto em relação ao tratamento inoculado somente o último diferiu estatisticamente apresentando maior produtividade de colmos. Já para o genótipo RB965902 não foi observado diferença significativa entre os três tratamentos, sendo que este atingiu uma produtividade de 68,2 Mg ha⁻¹ de colmos sem o uso de inoculante e adubação nitrogenada. Esses resultados indicam que a cana-de-açúcar apresenta adaptabilidade à baixa fertilidade e/ou baixa eficiência de recuperação do fertilizante nitrogenado. Isto significa uma economia na utilização de fertilizantes nitrogenados, reduzindo assim os custos de produção para o produtor e contribuindo para a preservação do meio ambiente. Além de tornar os derivados da cultura (álcool e açúcar) ainda mais competitivos no mercado internacional.

A ausência de resposta de alguns genótipos a inoculação não indica que os mesmos não possuam potencial para a FBN, podendo não ter apresentado efeito positivo para a inoculação por ocasião de uma menor eficiência de inoculação e estabelecimento da população de diazotróficos em função das condições ambientais diferenciadas, especialmente temperaturas baixas, onde nunca antes havia sido testada a utilização desta tecnologia. Além disso, nesses genótipos a presença de uma população de bactérias diazotróficas previamente estabelecida nos colmos que originaram as mudas pode ter reduzido o efeito da inoculação sobre a produtividade de colmos da cana

planta.

CONCLUSÕES

1. A inoculação de bactérias diazotróficas nos genótipos RB925211 e RB867515 promoveu maior produtividade de colmos em relação ao tratamento sem N e sem inoculação.

2. A produtividade de colmos do genótipo RB925211 com inoculação superou aquela apresentada pelo genótipo quando recebeu 120 kg de N ha⁻¹.

3. O efeito da inoculação de bactérias diazotróficas em cana-de-açúcar é dependente do genótipo e pode promover altas produtividades de colmos de cana-de-açúcar sem o uso de adubação nitrogenada.

AGRADECIMENTOS

À FAPERGS, ao CNPq e a FINEP pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BASTIÁN, F.; COHEN, A.; PICCOLI, P.; LUNA, V.; BARALDI, R.; BOTTINI, R. Production of indole-3-acetic and gibberelins A1 and A3 by *Acetobacter diazotrophicus* and *Herbaspirillum seropedicae* in chemically-defined culture media. *Plant Growth Regulation*, 24, p. 7-11, 1998.

BODDEY, R. M.; POLIDORO, J. C.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Use of 15N natural abundance technique for the quantification of the contribution of N₂ fixation to sugar cane and others

grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 28, p. 889-895, 2001.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira Ciência do Solo/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004, 400p. CASAGRANDE, A.A. Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. Jaboticabal: Funep, 1991. 157p.

FUENTES-RAMÍRES, L. E.; CABALLERO-MELLADO, J.; SEPÚLVEDA, J.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. Colonization of sugarcane by *Acetobacter diazotrophicus* is inhibited by high N-fertilization. *FEMS Microbiology Ecology*, v.29, p.117-128, 1999.

GYANESHWAR, P.; KUMAR, G. N.; PARREKH, L. J.; POOLE, P. S. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil*. V. 45, p. 83-93, 2002.

IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, 2009.

NOGUEIRA, E. M.; VINAGRE, F.; MASUDA, H.P.; VARGAS, C.; PADUA, V.L.M.; SILVA, F.R.; SANTOS, R.V.; BALDANI, J.I.; FERREIRA, P.C.G.; HEMERLY, A.S. Expression of sugarcane genes induced by inoculation with *Gluconacetobacter diazotrophicus* and *Herbaspirillum rubrisubalbicans*. *Genetics and Molecular Biology*, v. 24, p.199-206, 2001.

URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S. & BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane : Nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. *Soil Science Society America Journal*, 56:105-114, 1992.

Tabela 1. Produtividade de colmos de quatro genótipos de cana-de-açúcar quanto submetidos à adubação nitrogenada ou inoculados com bactérias diazotróficas.

Tratamentos	Com N	Com inoculação	Testemunha	CV (%)
	-----	-----	Mg ha ⁻¹	
RB925211	84,9 b B	115,1 a A	87,3 a B	13,1
RB965902	79,4 b A	72,5 c A	68,2 b A	11,4
RB867515	110,2 a A	98,0 b A	82,6 ab B	6,6
RB987935	118,2 a A	97,6 b B	96,1 a B	9,4
CV (%)	11,1	9,0	10,5	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna em cada tratamento não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.