

Desenvolvimento da cana-de-açúcar em função de diferentes métodos de aplicação do inoculante com bactérias diazotróficas.

Rafael Cassador Monteiro⁽¹⁾; Jailson Silva Sousa⁽²⁾; Danilo Oliveira Machado⁽³⁾; Helder Xavier Magalhães Júnior⁽⁴⁾; Nivaldo Schultz⁽⁵⁾; Veronica Massena Reis⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e bolsista de iniciação científica da Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ cassadormonteiro@hotmail.com; ⁽²⁾ Graduando em Agronomia UFRRJ e bolsista de iniciação científica FAPERJ jailson_ufrj@hotmail.com; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia UFRRJ bolsista de iniciação científica Embrapa agrobiologia danilo.machado2@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro hmxavier_agro@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Doutor em Ciência do solo UFRRJ/Embrapa Agrobiologia nsufrj@yahoo.com.br; ⁽⁶⁾ Pesquisadora Embrapa Agrobiologia veronica@cnpab.embrapa.br.

RESUMO: A atual demanda por energias renováveis ocasionou um aumento da área plantada de cana-de-açúcar devido à produção de etanol. Com isso novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas visando o ganho ambiental e produtivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfilhamento, o acúmulo de fitomassa e a produtividade da cana-de-açúcar em resposta a diferentes métodos de inoculação ao longo do ciclo de cana planta. Foi conduzido um experimento em blocos ao acaso com 4 repetições constituído dos seguintes tratamentos: controle, inoculação por imersão e inoculação por pulverização. Foram realizadas avaliações aos 60, 150 e 270 DAP (dias após o plantio) e produtividade final, contagem do número de perfilhos por metro, amostragem de um metro linear de cana, para determinação do acúmulo de fitomassa e estimar a produtividade de colmos. Utilizou-se a cultivar IACSP95-5000. O controle apresentou o maior número de perfilhos aos 60 DAP, porém nas observações aos 270 DAP a média dos perfilhos era a mesma para todos os tratamentos. Aos 60 DAP não foi observada diferença estatística no acúmulo de fitomassa. Aos 150 DAP o controle experimental apresentou maior acúmulo total de fitomassa, diferindo estatisticamente da pulverização imersa. Aos 270 DAP a produtividade não apresentou diferença, contudo o tratamento pulverizado obteve um incremento na produtividade na ordem de 13 Mg ha⁻¹ e 15 Mg ha⁻¹ no acúmulo total de fitomassa. A inoculação não influenciou no incremento de produtividade. A baixa resposta a inoculação pode ser explicada devido às condições ideais do ambiente.

Termos de indexação: FBN, Inoculação, Produtividade.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar por um longo tempo da história brasileira figurou como a cultura mais importante de nossa economia. No atual cenário

agrícola brasileiro a cana apresenta-se como uma das culturas estratégicas para o aumento do desenvolvimento brasileiro. Frente a atual demanda por energia limpa e sistemas agrícolas mais sustentáveis a cana-de-açúcar ganha papel de destaque, pela produção do etanol, em 2013 estima-se que a área a ser colhida de cana-de-açúcar será 4,2% maior que 2012 que representa aproximadamente 10 milhões de ha, com uma produção de aproximadamente 738 milhões de toneladas (IBGE, 2013). Diante deste quadro torna-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que possam tornar a produção mais sustentável. Uma das alternativas para esta questão é o uso do inoculante a base de bactérias diazotróficas. Uma tecnologia de baixo custo e sem impacto ambiental (Reis et al., 2009) que por meio de mecanismos como a FBN (Urquiaga et al., 1992), produção de hormônios de crescimento como a auxina (Videira et al., 2012) auxiliam na redução do uso de fertilizantes e na elevação da produtividade no sistema de produção da cana-de-açúcar. O presente trabalho objetivou avaliar o acúmulo de fitomassa e produtividade ao longo do ciclo de cana planta mediante dois métodos de inoculação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Agosto de 2011 na Usina Rafard - Grupo RAÍZEN, em Piracicaba-SP. O solo da área foi caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO e o ambiente de produção caracterizado como A1 (Landell et al., 2005). O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen.

Para o preparo do inoculante foram utilizadas as seguintes estirpes: *Gluconacetobacter diazotrophicus* – estirpe Pa15^T; *Herbaspirillum seropedicae* – estirpe Cbamc; *Herbaspirillum rubrisubalbicans* – estirpe HRC54; *Azospirillum amazonense* – estirpe HCC103 e *Bulkholderia tropica* – estirpe PPe8^T. Essas estirpes foram selecionadas e testadas por Oliveira et al. (2003).

As parcelas são constituídas de dez sulcos de

15m com espaçamento de 1,5 x 09 metros (espaçamento combinado) o delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos foram; controle, inoculação por pulverização e inoculação por imersão.

O preparo do solo consistiu de uma aração, seguida de gradagem e sulcação. Foi aplicado 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 140 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de Super Simple e KCl, respectivamente, no fundo do suco de plantio. As parcelas não foram adubadas com N fertilizante. Os colmos da variedade IACSP95-5000 foram cortados, selecionados e utilizados como toletes de três gemas. Os toletes foram acondicionados em sacos de ráfia nas quantidades adequadas para cada linha de plantio nas parcelas. A inoculação dos toletes foi realizada em um tambor d'água com capacidade para 200 litros de água, onde cinco doses (cinco sacos contendo as estirpes) foram misturadas em 100 litros de água. A concentração de células bacterianas utilizada foi de 10⁸ células por mL⁻¹ por estirpe.

Para evitar possível contaminação, os tratamentos foram plantados na seguinte ordem: Controle experimental, com imersão em água; Inoculação por imersão na calda com 12,5 ml l⁻¹ do Inoculante (combinação de 5 bactérias). Logo em seguida foram instalados os tratamentos via pulverização. Para fazer as aplicações foi utilizado um pulverizador costal, na inoculação foram aplicados 1,25 l ha⁻¹ do Inoculante no sulco de plantio. A cobertura foi mecanizada.

Nas avaliações aos 60, 150 e 270 DAP, foi realizada a contagem de perfilhos em 1m linear de cada parcela, para a estimativa de produção da fitomassa seca da parte aérea, colheram-se em todas as parcelas plantas de cana-de-açúcar em 1 m de linha, aos 60, 150, e 270 dias após o plantio (DAP). Na primeira coleta foi colhida a parte aérea (perfilhos), sendo que nas duas últimas coletas a parte aérea foi separada em: colmo, palha e ponteiro. Nessas avaliações obtiveram-se a produtividade de material vegetal da parte aérea em (Mg ha⁻¹). Nessas amostras foi determinada a massa de material natural diretamente do campo, com auxílio de uma balança digital. Dessa amostragem retirou-se subamostras que acondicionadas em sacos plásticos foram determinadas a biomassa fresca. As subamostras foram levadas para estufas de circulação fechada a 65°C até a estabilização das massas, onde foi obtida a massa seca de material vegetal.

Os resultados foram extrapolados para Mg ha⁻¹ considerando o espaçamento de 1,20 m (média do espaçamento combinado 1,5 m x 0,9 m). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAEG 9.1, para verificação da normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros dos dados pelos testes Lilliefors e Bartlett respectivamente, e o software SISVAR 4.3 (Ferreira, 2000). Os resultados foram submetidos a análise de variância utilizando o teste T (LSD) a 90% de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi efetuada avaliação de crescimento, como pode ser visto na **tabela 1**, sendo encontrada igualdade estatística entre os tratamentos quanto ao número de perfilhos.

Na **tabela 2**, são apresentados os dados quanto ao acúmulo de fitomassa na parte aérea, no colmo, na colheita e produtividade, variando aos diferentes tratamentos e DAP. Sendo calculada uma média, tanto para acúmulo de biomassa como para produtividade. Na **tabela 2**, aos 60 DAP observa-se comportamento semelhante à análise de crescimento. Sendo, encontrado nos diferentes tratamentos, valores superiores à média de produtividade e quando avaliado o acúmulo de biomassa entre os diferentes tratamentos se observa igualdade estatística, comprovado pelo Teste T (p<0,1). Novamente destacado o efeito visto na **tabela 1**. Maior desenvolvimento do tratamento pulverizado, quando comparado ao tratamento inoculado por imersão.

Aos 150 e 250 DAP foi realizada avaliação quanto ao acúmulo de biomassa no colmo, os tratamentos foram maiores do que a média de acúmulo de biomassa no colmo. Porém ocorre novamente igualdade estatística entre os tratamentos de acordo como o teste T. Os tratamentos inoculados possuem valores de acúmulo de biomassa maiores que a média **tabela 2**.

Na **tabela 2**, foram efetuadas duas avaliações de produtividade ton.colmo.ha⁻¹. Aos 150 DAP, todos os tratamentos são estaticamente iguais e superiores a média de produtividade entre os tratamentos. Aos 270 DAP a produtividade dos tratamentos é maior que a média, porém ocorre maior produtividade no tratamento inoculado por pulverização. É possível que essa maior produtividade para o tratamento pulverizado se deva, ao efeito de alongamento dos colmos, pelo efeito de promoção de crescimento, síntese de hormônios de crescimentos, assim como maior



aporte de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio FBN (Dobereiner, 1959; Korndorfer et al., 2002).

Na **tabela 2**, a colheita final de cana-de-açúcar da variedade IAC SP95-5000, ocorre igualdade estatística, porém ocorre o mesmo efeito de superioridade numérica quanto ao acúmulo de biomassa no tratamento pulverizado.

Foram feitas, avaliações também por Regressão Linear, **gráfico 1**, onde foi plotada 3 retas de acúmulo de biomassa, no tempo, para os diferentes tratamentos, nesse gráfico é possível observar que ambos os tratamentos inoculados, apesar de não apresentarem diferenças estatística, são superiores ao tratamento controle, no tempo.

E possível se observar que se fossemos avaliar mais pontos ou mais tardios como a cana-soca, poderia se atribuir grande efeito a ambos os tratamentos, sendo possível também se comprovar a tendência observada ao longo das avaliações de que o tratamento inoculado por pulverização possibilita maior acúmulo, assim como menor gasto com inoculante.

Podemos também atribuir essa difícil resposta, ou mais demorada tanto ao efeito, de estresse pela infecção inicial do propágulo a difícil resposta da planta de cana-de-açúcar ao manejo adotado, assim como dificuldade de absorção de nutrientes. Apesar de ser possível conferir os efeitos da promoção de crescimento conferido pelas bactérias promotoras de crescimento. (Oliveira, 2011; Marques Jr et al. 2008).

CONCLUSÕES

Apesar da igualdade estatística nos tratamentos aplicados. É possível observar; que ocorre efeito quanto ao desenvolvimento de parte aérea, assim como acúmulo de biomassa na planta de cana-de-açúcar e aumento da produtividade no tempo, quando aplicado o tratamento com inoculante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Agrobiologia pelo apoio financeiro, infraestrutura e bolsas de pesquisa.

Ao grupo RAIZEN em Piracicaba pelo espaço para implantação do ensaio e apoio logístico disponibilizado durante todas as coletas realizadas.

REFERÊNCIAS

DÖBEREINER, J. Influência da cana-de-açúcar na população de *Beijerinckia* do solo. *Revista Brasileira de Biologia*, v.19, p.251-258, 1959.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores. Produção Agrícola. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201302comentarios.pdf> Acesso em 25 de março de 2013.

KORNDORFER, G. H: et al. Desempenho de variedades de cana-de-açúcar cultivadas com e sem nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB. 8., Recife. Anais... Recife: [s.n.], 2002. p. 234-238.

LANDELL, M. G. A.; PRADO, H. Critérios Determinantes para Definição de Ambiente de Produção e Manejo Varietal. *Boletim Técnico*. 2005.

MACHADO E.C., PEREIRA, A.R., FAHAL, J.I., ARRUDA, H.V., CIONE, J. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.17, n.9, p.1323-1329, 1982.

MARQUES jr, R. B.; CANELLAS, L. P.; SILVA, L. G.; OLIVARES, F. L. Promoção de enraizamento de microtoletes de cana-de-açúcar pelo uso conjunto de substâncias húmicas e bactérias diazotróficas endofíticas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 32, p. 1121-1128, 2008.

OLIVEIRA, A. L. M. DE; CANUTO, E. L.; REIS, V. M.; BALDANI, J. I. Response of micropropagated sugarcane varieties to inoculation with endophytic diazotrophic bacteria. *Brazilian Journal Microbiology*, 34:59-61, 2003. Supl. 1.

OLIVEIRA, E. C. A. DE. Balanço nutricional da cana-de-açúcar relacionado a adubação nitrogenada. 2011. 215 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2011

REIS, V. M.; OLIVEIRA, A. L. M.; BALDANI, V. L. D.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, J. I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In: FERNANDES, M. S. (Org.) *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. Cap. 6, p. 153-174.

REIS, V. M.; BALDANI, J. I.; URQUIAGA, S. Recomendação de uma mistura de estirpes de cinco bactérias fixadoras de nitrogênio para inoculação de cana-de-açúcar. *Seropédica*, Embrapa Agrobiologia, 2009. 4p. (Circular Técnica 30).

VIDEIRA, S. S.; OLIVEIRA, D. M.; MORAIS, R. F.; BORGES, W.L.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. Genetic diversity and plant growth promoting traits of diazotrophic bacteria isolated from two *pennisetum purpureum* Schum. Genotypes grown in the field. *Plant and Soil*, 356: 51-66, 2012.

Tabela 1. Número de perfilhos em 1 metro linear de cana-de-açúcar (IACSP95-5000) aos 60, 150 e 270 dias após o plantio (DAP), inoculada com bactérias diazotróficas na Usina Rafard, grupo Raízen, Piracicaba, SP.

Número de Perfilhos			
Tratamento	60 DAP	150 DAP	270 DAP
Controle	30,75a	24,25a	14 ^a
Inoculado*	21,5a	25,25a	14 ^a
Inoculado**	24a	21,25a	14 ^a
C.V.(%)			

*pulverizados, **imersos; C. V. – Coeficiente de Variação. Valores seguidos de letras diferentes nas colunas diferem entre si. Teste T (LSD) com 10% de significância.

Tabela 2. Acúmulo de fitomassa e produtividade da cana de açúcar (IACSP95-5000) aos 60, 150 e 270 dias após o plantio (DAP), inoculada com bactérias diazotróficas na Usina Rafard, grupo Raízen, Piracicaba, SP.

Tratamento	60 DAP		150 DAP		270 DAP		Colheita Final
	Fitomassa	Colmo	Total	TCH	Colmo	Total	
-----Mg.ha ⁻¹ -----							
Controle	1,96 a	9,95 a	24,89a	74,5a	31,11a	55,00a	126,73a
Inoculado*	1,51 a	8,93 a	22,42ab	72,3a	47,42a	70,10a	143,11a
Inoculado**	1,42 a	8,40 a	17,71b	70,3a	39,73a	60,60a	121,18a
Média	1,03	9	21,7	72,4	39,42	61,9	140,14
C.V. (%)	21	21	21	17	48	36	16,15

*pulverizados, ** imersos; C.V. – Coeficiente de Variação. TCH – Toneladas de colmo por hectare. Valores seguidos de letras diferentes nas colunas diferem entre si. Teste T (LSD) com 10% de significância.

Gráfico 1 - Efeito Observado na Produtividade de Variedade IACSP-955000 no Desdobramento do fator DAP nos Diferentes Métodos de Inoculação

