



CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR INOCULADAS COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS EM CONDIÇÕES IRRIGADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO¹

Anderson Ramos de Oliveira¹ & Welson Lima Simões²

RESUMO: A cultura da cana-de-açúcar constitui-se numa importante fonte bioenergética e a redução de custos em seu sistema produtivo torna-se cada vez mais relevante. A contribuição de bactérias diazotróficas, capazes de se associarem à planta e fornecerem nitrogênio pelo processo de fixação biológica é vantajoso, pois permite reduzir ou até mesmo suprimir o uso de fertilizantes nitrogenados. Assim, este trabalho objetivou avaliar as características de desenvolvimento de cultivares de cana-de-açúcar, inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, em condição irrigada no semiárido brasileiro. O estudo foi desenvolvido na Usina Agrovale S.A., Juazeiro - BA, em delineamento de blocos casualizados, sendo os tratamentos representados por seis cultivares de cana-de-açúcar: RB 012018; RB 012046; RB 72454; RB 867515; RB 92579 e RB 961003, cultivadas com e sem inoculação e dois tratamentos adicionais (RB 867515 e RB 72454) adubados com 120 kg de N ha⁻¹. As avaliações biométricas consistiram na contagem de perfilhos aos 30, 60 e 90 dias após o plantio em cana planta e 30, 60 e 90 dias após a colheita em cana soca de primeira folha. Avaliaram-se, ainda, a altura, o diâmetro do colmo e o número de colmos das plantas em cada período. Os resultados permitiram concluir que a inoculação com bactérias diazotróficas em cana planta é eficiente e promove aumento no número de perfilhos. A resposta das cultivares de cana-de-açúcar à inoculação com bactérias diazotróficas nos parâmetros número de colmos, diâmetro de colmos e altura das plantas depende da cultivar.

PALAVRAS-CHAVE: Fixação biológica de nitrogênio, biometria, cana planta, cana soca.

DEVELOPMENT OF SUGAR CANE CULTIVARS INOCULATED WITH DIAZOTROPHIC BACTERIA IN IRRIGATED CONDITIONS IN BRAZILIAN SEMI-ARID REGION

ABSTRACT: The culture of sugarcane constitutes the major source of bioenergy and the cost reduction in its production system is of great importance. The contribution of diazotrophic bacteria capable to associate to the plant and provide nitrogen via natural fixation is advantageous because it allows reducing or even suppressing the use of nitrogen fertilizers. Thus, this study aimed to evaluate the development characteristics of sugarcane cultivars inoculated with nitrogen-fixing bacteria, under irrigated condition, in Brazilian semiarid. The study was conducted in Usina Agrovale S.A., Juazeiro - BA, Brazil, in a randomized block design, the treatments were represented by six sugarcane cultivars: RB 012018, RB 012046, RB 72454, RB 867515, RB 92579 and, RB 961003, grown with and without inoculation and two additional treatments (RB 72454 and RB 867515) fertilized with 120 kg N ha⁻¹. The biometric evaluations consisted of counting tillers at 30, 60, and 90 days after planting and 30, 60, and 90 days after harvesting sugarcane first ratoon cycle. The height, stem diameter, and number of stems per plants in each period was also evaluated. The results showed that inoculation with diazotrophic bacteria in sugarcane plant is efficient and promotes an increase in the number of tillers. The response to inoculation with diazotrophic bacteria regarding the number of stems, stem diameter, and plant height depends on the cultivar.

KEYWORDS: Biological nitrogen fixation, biometry, plant cane, ratoon cane.

¹ e ² Embrapa Semiárido. anderson.oliveira@embrapa.br
welson.simois@embrapa.br

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar ocupa lugar de destaque no cenário agrícola nacional. Quando se analisa a questão energética, a cana-de-açúcar é uma das alternativas mais viáveis para a produção de biocombustíveis. Liew, Hassim e Ng (2014) relatam que a cana apresenta maior rendimento de etanol por área cultivada do que a maioria das outras culturas destinadas à produção de etanol. Além do etanol, a produção de biomassa (bagaço e folhas) pode ser utilizada na produção de biocombustíveis de segunda geração ou mesmo em caldeiras para a produção de energia elétrica (SOCCOL et al., 2010; FURLAN et al., 2012).

As expectativas do Governo Brasileiro, expressas na Política Nacional de Agroenergia, lançam projeções de crescimento do consumo interno de 1,5 bilhão de litro de etanol ao ano. Segundo Neves e Trombin (2014), o Produto Interno Bruto (PIB) do setor sucroenergético para a safra 2013/2014 foi estimado em US\$ 43,36 bilhões, o que equivale a quase 2% do PIB nacional de 2013. Observa-se tendência de crescimento do setor, pois de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (BRASIL, 2016), a produção total de cana-de-açúcar moída na safra 2015/2016 é estimada em 665,60 milhões de toneladas.

A demanda nacional e internacional por combustíveis menos poluentes e menos onerosos que os combustíveis fósseis e, principalmente, que sejam renováveis, tem impulsionado o setor sucroalcooleiro. Aliada a esta demanda, o setor necessita atender aos compromissos de redução das emissões de CO₂ assumidos pelos países desenvolvidos junto ao Protocolo de Quioto, contemplada na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) – Lei Nº 12.187 (BRASIL, 2009), e pela queda nos subsídios agrícolas para o açúcar. Para atender a estes compromissos é necessário que toda tecnologia que possa maximizar a produção de etanol seja utilizada e que as lacunas técnico-científicas do manejo cultural da cana-de-açúcar sejam preenchidas.

Assim, a busca no aprimoramento do manejo cultural é um fator primordial para alcançar a máxima produtividade com o menor custo. Dentre os fatores de produção da cana-de-açúcar, a adubação se destaca por representar cerca de 20% dos custos (MAEDA, 2009), uma vez que durante o cultivo ocorre uma elevada remoção de nutrientes do solo, necessitando-se de reposição por meio de fertilizantes.

Sabe-se que a fertilização nitrogenada é essencial ao cultivo, uma vez que o nitrogênio é um dos nutrientes limitantes à produtividade e longevidade das soqueiras de cana-de-açúcar (PRADO e PANCELLI, 2008;

MEGDA et al., 2012). Contudo, o elevado custo dos fertilizantes nitrogenados tem impactado negativamente a atividade e, por isso, alternativas para suprir a cultura com nitrogênio têm sido estudadas tanto no Brasil quanto em outros países que cultivam a cana-de-açúcar (PEREIRA, 2011; SUMAN, SINGH e LAL, 2013). Dentre as formas alternativas tem-se destacado o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio (URQUIAGA et al., 2012; PAUNGFOO-LONHIENNE et al., 2014) que pode suprir até 60% do nitrogênio total acumulado em algumas variedades de cana-de-açúcar via fixação biológica. Segundo Biswas e Gresshoff (2014), o processo natural de fixação simbiótica de nitrogênio pode ter um impacto substancial, uma vez que o N é encontrado livremente na natureza, tem baixo custo ambiental e, principalmente, é econômico, sendo este processo viável para reduzir gastos na produção de matérias-primas para biocombustíveis.

Há diferentes formas de atuação das bactérias no desenvolvimento vegetal, as quais promovem o crescimento e desenvolvimento; as ações diretas incluem a fixação biológica de nitrogênio, a solubilização do fosfato inorgânico e a produção de ácido indol-3-il-acético e, as ações indiretas, incluem o controle biológico, a produção de sideróforos e aleloquímicos e a indução de resistência local e sistêmica (CARVALHO, FERREIRA e HEMERLY, 2011; CASTRO-GONZÁLEZ, MARTINEZ-AGUILAR e RAMIREZ-TRUJILLO, 2011; MARRA et al., 2012).

A população de bactérias na rizosfera das plantas de cana-de-açúcar pode ser muito diversificada e incluir estirpes de diversos gêneros: *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Burkholderia*, *Gluconacetobacter*, e *Stenotrophomonas*. Beneduzi et al. (2013) promoveram a inoculação de cana-de-açúcar com *Gluconacetobacter diazotrophicus* e observaram que a cultura demonstrou aumento significativo no número de perfilhos, na quantidade de sólidos solúveis e na produção de caldo em comparação com o controle e concluíram que esta estirpe poderia ser usada como biofertilizante, a fim de evitar ou reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados convencionais.

A contribuição de bactérias diazotróficas, capazes de se associarem à planta e fornecerem nitrogênio via o processo de fixação biológica é vantajoso, pois permite reduzir ou até mesmo suprimir o uso de fertilizantes nitrogenados. Para tanto, devem-se adotar práticas adequadas de manejo da cultura, além do conhecimento do desenvolvimento da cultura e a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio eficientes (URQUIAGA et al., 2012).

Diversos fatores podem influenciar na eficiência agrônômica de bactérias inoculadas em cana-de-açúcar no campo. Dentre esses fatores o genótipo e a origem da planta hospedeira, além da fertilidade do solo são fatores que apresentam maior importância, uma vez que resultados disponíveis na literatura indicam haver variedades mais responsivas à inoculação com bactérias diazotróficas, bem como haver maior eficiência da tecnologia da inoculação em solos de menor fertilidade natural.

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento de cultivares de canas-de-açúcar inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, em condição irrigada no semiárido brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Usina Agrovale S.A. no município de Juazeiro, BA (S 9°29' W 40°21', 395 m de altitude). Segundo a classificação climática de Köppen, essa região apresenta clima do tipo BSW^h, as chuvas concentraram-se entre os meses de novembro e abril, com precipitação média anual em torno de 400 mm, irregularmente distribuída. A temperatura média anual é de 26,5°C, variando entre 21 e 32°C, com uma evaporação média anual em torno de 2000 mm, umidade relativa do ar média anual em torno de 67,8%, 3000 horas de brilho solar e velocidade do vento de 2,3 m/s. O solo predominante na área experimental foi classificado como Vertissolo com textura argilosa ou muito argilosa.

O experimento foi conduzido em cana planta e em cana soca de primeira folha. A precipitação no ciclo cana planta foi de 557,8 mm e em cana soca de 438,3mm. A irrigação foi do tipo superficial por sulcos, utilizando um sistema de condução em tubos janelados, sendo a frequência de aplicação realizada de acordo com a evapotranspiração da cultura medida em tanque classe A.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram representados por seis cultivares de cana-de-açúcar: RB 012018; RB 012046; RB 72454; RB 867515; RB 92579 e RB 961003, cultivadas em parcelas com e sem inoculação. O experimento contou com dois tratamentos adicionais, onde as cultivares RB 867515 e RB 72454 foram adubadas com 120 kg de N ha⁻¹, totalizando 14 tratamentos. As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 5,0 m de comprimento, em espaçamento simples de 1,5 m entre linhas. As linhas externas constituíram as bordaduras, assim como o primeiro metro de cada uma das extremidades de cada parcela.

A área foi previamente preparada e todas as parcelas

receberam adubação fosfatada e potássica conforme a recomendação da análise de solo. A fonte de nitrogênio das parcelas dos tratamentos que receberam 120 kg de N ha⁻¹ foi ureia, sendo a mesma dividida em duas parcelas, com aplicações no plantio e em cobertura aos 90 dias.

No plantio foram utilizados toletes contendo três gemas, os quais foram submetidos ao tratamento de inoculação com as bactérias diazotróficas por meio da imersão por uma hora, em um tanque de 1.000 litros contendo a solução inoculante. O inoculante múltiplo foi preparado no Laboratório de Inoculantes da Embrapa Agrobiologia, sendo composto por cinco estirpes de bactérias: BR11335 (*Herbaspirillum seropedicae*), BR11504 (*H. rubrisubalbicans*), BR11281^T (*Gluconacetobacter diazotrophicus*) BR11366^T (*Burkholderia tropica*) e BR11145 (*Azospirillum amazonense*). Cada grama de turfa continha, no mínimo, 10⁸ unidades formadoras de colônias de cada estirpe. Após o procedimento de inoculação, os toletes foram distribuídos em cada uma das parcelas, perfazendo um total de cinco toletes por metro linear.

Em cana soca, a aplicação das bactérias foi realizada com pulverizador costal pressurizado. O inoculante, contendo as cinco estirpes de bactérias, foi diluído em 200 litros de água limpa. A aplicação foi realizada após a colheita, aproveitando o corte do colmo que serviu de principal via de infecção. Promoveu-se, também, a escarificação do solo, próximo às raízes, a fim de facilitar a entrada das bactérias pelo sistema radicular.

A contagem de número de perfilhos foi realizada na área útil de cada parcela aos 30, 60 e 90 dias após o plantio (DAP) em cana planta e aos 30, 60 e 90 dias após a colheita (DAC) em cana soca de primeira folha. Considerou-se, na contagem, o perfilho que apresentava no mínimo duas folhas totalmente abertas (desenvolvidas) e vivas.

As demais avaliações biométricas foram realizadas aos cinco e nove meses após o plantio e após a colheita da cana planta, quando foram mensuradas as variáveis altura, diâmetro do colmo e número de colmos. O diâmetro do colmo foi mensurado no centro do quinto entrenó, tomando-se a média de três observações. A altura foi avaliada medindo-se do colo da planta até o último colarinho (folha + 1) de acordo com o sistema de Kuijper (DILLEWIJN, 1952).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise do Crescimento da Cana planta

A análise de variância referente ao número de perfilhos apresentou significância em função dos tratamentos utilizados nas avaliações realizadas aos 30, 60 e 90 dias após o plantio. De acordo com os dados obtidos, notou-se que o perfilhamento aumentou em relação à avaliação anterior em todas as cultivares nas diferentes épocas avaliadas (Tabela 1). Aos 30 DAP, observa-se que as cultivares que foram inoculadas e as cultivares que

receberam 120 kg de N ha⁻¹ apresentaram melhor desenvolvimento do que aquelas que não foram adubadas ou inoculadas com as bactérias fixadoras de N. Entretanto, as cultivares RB 012018 e RB 867515 inoculadas apresentaram comportamento semelhante às não inoculadas. Aos 60 DAP, verifica-se que a cultivar RB 012018 (inoculada e não inoculada) apresentou o menor número de perfilhos por metro linear. Outro tratamento que desperta atenção é a cultivar RB 92579, pois, independentemente de ser ou não inoculada, o número de perfilhos por metro linear igualou-se às cultivares adubadas com N.

Tabela 1 - Perfilhamento de cana planta de cultivares de cana-de-açúcar inoculadas e não inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio. Juazeiro, BA.

Tratamentos	Número de Perfilhos (m linear)		
	30 DAP	60 DAP	90 DAP
RB 012018 inoculada	3,61 b	06,44 c	08,27 b
RB 012018 não inoculada	3,30 b	05,24 c	06,47 b
RB 012046 inoculada	8,27 a	13,27 b	16,80 a
RB 012046 não inoculada	5,19 b	12,10 b	11,58 b
RB 72454 - 120 kg N ha ⁻¹	7,41 a	17,52 a	15,94 a
RB 72454 inoculada	6,61 a	13,05 b	14,36 a
RB 72454 não inoculada	7,27 a	11,15 b	10,16 b
RB 867515 - 120 kg N ha ⁻¹	6,91 a	17,16 a	17,10 a
RB 867515 inoculada	5,08 b	14,27 b	14,77 a
RB 867515 não inoculada	4,97 b	10,42 b	10,80 b
RB 92579 inoculada	8,35 a	17,74 a	17,74 a
RB 92579 não inoculada	8,11 a	17,27 a	19,27 a
RB 961003 inoculada	6,22 a	12,83 b	15,33 a
RB 961003 não inoculada	5,55 b	10,60 b	11,55 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Aos 90 DAP observa-se que as cultivares inoculadas se destacam em relação às não inoculadas. Sendo que as cultivares inoculadas apresentam número de perfilhos semelhantes às cultivares que receberam adubação nitrogenada. Novamente, a cultivar RB 92579, não inoculada, se destaca entre as de maior número de perfilhos e a cultivar RB 012018 independentemente de ser inoculada ou não, apresenta baixo número de perfilhos. Estes resultados nos permitem inferir que há vantagens na aplicação de bactérias fixadoras de N na cultura, uma vez que o número de perfilhos pode ser favorecido por esta técnica. Entretanto, este favorecimento pode estar relacionado a cultivar. Os resultados corroboram com o trabalho de Lima (2012)

que observou que a inoculação de bactérias fixadoras em cana-de-açúcar promove aumento no número perfilhos.

Com relação ao número de colmos, observou-se que o mesmo variou entre 5,4 e 8,4 na primeira avaliação realizada aos cinco meses (Tabela 2), onde a cultivar RB 012018 inoculada e sem inoculação não apresentou comportamento satisfatório, constituindo o segundo grupo formado na análise, juntamente com a cultivar RB 961003 inoculada e não inoculada e com a cultivar RB 867515 não inoculada. Na segunda avaliação, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que o número de colmos aumentou em relação aos resultados da primeira avaliação, resultando em média de 20,96 colmos/planta.

Tabela 2 - Biometria das cultivares inoculadas e não inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, no ciclo cana planta. Juazeiro, BA.

Tratamentos	Número de colmos		Diâmetro de colmos (mm)		Altura das plantas (m)	
	05 meses	09 meses	05 meses	09 meses	05 meses	09 meses
RB 012018 inoculada	5,8 b	23,2 a	26,11 a	25,41 a	1,15 c	2,08 b
RB 012018 não inoculada	5,4 b	19,7 a	24,98 a	26,20 a	1,03 c	1,91 b
RB 012046 inoculada	7,9 a	21,4 a	24,29 a	24,88 a	1,76 a	2,51 a
RB 012046 não inoculada	7,3 a	21,5a	25,27 a	25,68 a	1,75 a	2,47 a
RB 72454 - 120 kg N ha ⁻¹	8,2 a	21,3 a	22,50 b	23,63 b	1,45 b	2,44 a
RB 72454 inoculada	7,9 a	19,9 a	22,76 b	23,01 b	1,42 b	2,23 b
RB 72454 não inoculada	7,2 a	22,1 a	24,25 a	25,36 a	1,36 c	2,21 b
RB 867515 - 120 kg N ha ⁻¹	8,4 a	22,9 a	23,51 b	24,17 b	1,66 a	2,82 a
RB 867515 inoculada	7,8 a	19,8 a	22,73 b	25,06 a	1,69 a	2,36 a
RB 867515 não inoculada	5,9 b	20,3 a	24,65 a	22,40 b	1,47 b	2,19 b
RB 92579 inoculada	7,0 a	22,0 a	21,30 b	23,07 b	1,29 c	2,33 a
RB 92579 não inoculada	6,9 a	19,4 a	22,73 b	22,18 b	1,52 b	2,21 b
RB 961003 inoculada	5,5 b	19,3 a	26,55 a	25,44 a	1,18 c	1,97 b
RB 961003 não inoculada	6,0 b	20,7 a	26,24 a	26,59 a	1,22 c	1,96 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com Leal (2011), o número de colmos e a altura se destacam como as variáveis de crescimento mais responsivas à inoculação em cana-de-açúcar.

Em relação ao diâmetro dos colmos, tanto na primeira avaliação quanto na segunda, observa-se que as parcelas que receberam a adubação nitrogenada, apresentaram menor diâmetro, bem como as cultivares RB 92579 (inoculada e não inoculada), RB 72454 e RB 867515 inoculadas. Entretanto, analisando-se a altura de plantas na segunda época, verifica-se que as cultivares adubadas com N, a cultivar RB 867515 inoculada e a cultivar RB 92579 inoculada apresentaram maiores alturas, ocorrendo uma relação inversa entre altura e diâmetro. Schultz et al. (2012) observaram que a cultivar RB 867515, quando inoculada com bactérias diazotróficas incrementou o desenvolvimento de forma similar à adição de 120 kg ha⁻¹ de N. Ainda na segunda avaliação, observa-se que a cultivar RB 012046 (inoculada e não inoculada) está inserida no grupo de maior altura. Os resultados corroboram com o trabalho de Pereira et al. (2013), que concluiu que a inoculação promove ganhos de biomassa, sendo a contribuição diferente entre variedades e estirpes inoculadas, sugerindo uma interação entre estes fatores.

Recentes estudos demonstraram que o desenvolvimento de plantas de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias

diazotróficas eficientes não difere do observado em plantas que receberam adubação nitrogenada (SCHMATZ et al., 2010; LEAL, 2011) indicando o potencial da tecnologia de inoculação para a redução do uso do insumo nitrogenado em canaviais. No presente trabalho, dentre as cultivares que alcançaram maior altura aos nove meses após o plantio, encontra-se a cultivar RB 92579, a qual foi estudada por Chaves et al. (2011) que observaram que as bactérias diazotróficas associadas a esta variedade foram responsáveis pelo incremento da massa seca da raiz e da parte aérea e na altura das plantas inoculadas.

Análise do Crescimento da Cana soca

Aos 30 DAC, a análise de variância resultou em não significância entre os tratamentos, cujo valor médio de número de perfilhos foi de 6,23 perfilhos/metro linear. A análise de variância do número de perfilhos na cana-soca resultou em diferenças significativas entre os tratamentos aos 60 e 90 dias após a colheita (DAC). Observa-se que os tratamentos com a cultivar RB 012046 inoculada e não inoculada permitiram maior perfilhamento tanto aos 60 quanto aos 90 DAC (Tabela 3).

Neste período, a cultivar RB 92579 não inoculada também se destacou em número de perfilhos, inserindo-se no grupo de maior número de perfilhos/metro linear.

Por outro lado, a cultivar RB 012018 inoculada e não inoculada apresentou baixo perfilhamento nas duas épocas.

Tabela 3 - Perfilhamento das cultivares de cana-de-açúcar inoculadas e não inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, no ciclo cana soca. Juazeiro, BA.

Tratamentos	Número de Perfilhos (m linear)		
	30 DAC	60 DAC	90 DAC
RB 012018 inoculada	5,22 a	5,79 c	6,37 b
RB 012018 não inoculada	5,60 a	4,72 c	4,79 b
RB 012046 inoculada	8,22 a	17,45 a	13,45 a
RB 012046 não inoculada	5,52 a	17,19 a	13,47 a
RB 72454 - 120 kg N ha ⁻¹	5,22 a	11,54 b	11,69 a
RB 72454 inoculada	6,75 a	11,74 b	11,17 a
RB 72454 não inoculada	6,96 a	11,74 b	11,55 a
RB 857515 - 120 kg N ha ⁻¹	6,01 a	13,64 b	12,53 a
RB 857515 inoculada	6,33 a	12,84 b	11,37 a
RB 857515 não inoculada	6,57 a	10,55 b	9,46 a
RB 92579 inoculada	5,61 a	12,37 b	13,49 a
RB 92579 não inoculada	6,51 a	15,54 a	16,42 a
RB 961003 inoculada	6,53 a	11,27 b	11,53 a
RB 961003 não inoculada	6,23 a	09,54 c	09,88 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A análise de variância dos parâmetros biométricos avaliados das cultivares aos cinco e nove meses após o plantio demonstrou resultado não significativo, exceto para a variável altura de plantas aos cinco meses após a colheita (Tabela 4). Em cana soca, a inoculação parece apresentar menor eficiência. Schultz et al. (2014),

estudando a inoculação de bactérias diazotróficas na cultivar RB 72454 em cana planta e cana soca de primeira folha, observaram que a eficiência da inoculação diminuiu na segunda soca em relação à primeira soca.

Tabela 4 - Biometria das cultivares inoculadas e não inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, no ciclo cana soca. Juazeiro, BA.

Tratamentos	Número de colmos		Diâmetro de colmos (mm)		Altura das plantas (m)	
	05 meses	09 meses	05 meses	09 meses	05 meses	09 meses
RB 012018 inoculada	10,4 a	20,5 a	22,26 a	21,75 a	1,65 b	2,66
RB 012018 não inoculada	10,5 a	20,2 a	22,93 a	21,08 a	1,61 b	2,47
RB 012046 inoculada	11,0 a	19,7 a	22,14 a	20,66 a	2,10 a	2,64
RB 012046 não inoculada	10,2 a	20,2 a	20,98 a	22,58 a	2,06 a	2,71
RB 72454 - 120 kg N ha ⁻¹	10,5 a	19,1 a	20,34 a	22,75 a	1,83 a	2,77
RB 72454 inoculada	10,3 a	19,7 a	20,66 a	20,91 a	1,79 a	2,68
RB 72454 não inoculada	10,5 a	20,6 a	21,83 a	22,33 a	1,86 a	2,65
RB 857515 - 120 kg N ha ⁻¹	10,3 a	20,8 a	20,71 a	22,75 a	1,94 a	2,78
B 857515 inoculada	10,5 a	19,6 a	22,25 a	21,41 a	2,01 a	2,65
RB 857515 não inoculada	10,6 a	19,1 a	20,07 a	20,75 a	1,92 a	2,54
RB 92579 inoculada	10,2 a	20,5 a	18,66 a	22,90 a	1,83 a	2,75
RB 92579 não inoculada	10,3 a	19,9 a	19,01 a	22,66 a	1,78 a	2,79
RB 961003 inoculada	9,2 a	20,7 a	21,78 a	23,58 a	1,54 b	2,83
RB 961003 não inoculada	8,9 a	20,3 a	20,70 a	22,66 a	1,47 b	2,84

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No presente trabalho, aos cinco meses a média de número de colmos/planta foi de 10,24 e aos nove meses a média foi de 20,06 colmos/planta. Com relação ao diâmetro, verificaram-se médias de 21,02 e 22,05 mm aos cinco e nove meses, respectivamente. Tal resultado corrobora com Lima et al. (2011), que estudando a inoculação de estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio em cana-de-açúcar não observaram diferenças significativas em relação ao diâmetro de colmos de cultivares inoculadas, adubadas com N e testemunha sem adubação e sem inoculação.

A altura das plantas foi afetada pelos tratamentos, onde se observou que as cultivares RB 012018 inoculada e não inoculada e RB 961003 inoculada e não inoculada apresentaram menor altura que as demais (Tabela 4).

A utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar apresenta-se como alternativa viável para a redução de adubação nitrogenada, notadamente, em ciclo de cana planta. Em relação à cana soca verifica-se a necessidade de maiores estudos, bem como a identificação de cultivares que sejam mais responsivas à inoculação.

4 CONCLUSÕES

- ✓ A inoculação com bactérias diazotróficas em cana planta é eficiente e promove aumento no número de perfilhos.
- ✓ A resposta das cultivares de cana-de-açúcar à inoculação com bactérias diazotróficas nos parâmetros número de colmos, diâmetro de colmos e altura das plantas depende da cultivar.

5 REFERÊNCIAS

- BENEDUZI, A.; MOREIRA, F.; COSTA, P. B.; VARGAS, L. K.; LISBOA, B. B.; FAVRETO, R.; BALDANI, J. I.; PASSAGLIA, L. M. P. Diversity and plant growth promoting evaluation abilities of bacteria isolated from sugarcane cultivated in the South of Brazil, **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 63, p. 94-104, 2013.
- BISWAS, B.; GRESSHOFF, P. M. The Role of Symbiotic Nitrogen Fixation in Sustainable Production of Biofuels. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 15, n. 5, p. 7380-7397, 2014.
- BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2009.
- CARVALHO, T.; FERREIRA, P.; HEMERLY, A. sugarcane genetic controls involved in the association with beneficial endophytic nitrogen fixing bacteria. **Tropical Plant Biology**, Berlin, v. 4, n. 1, p. 31-41, 2011.
- CASTRO-GONZÁLEZ, R.; MARTINEZ-AGUILAR, L.; RAMIREZ-TRUJILLO, A. High diversity of culturable burkholderia species associated with sugarcane. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 345, n. 1, p. 155-169, 2011.
- CHAVES, V. A.; SCHULTZ, N.; SOUZA, J. S.; REIS, V. M. Estudo da inoculação de bactérias diazotróficas na variedade de cana-de-açúcar RB 92579 em um solo enriquecido com ¹⁵N. In: SEMANA CIENTÍFICA JOHANNA DÖBEREINER. 11. 2011. Seropédica. Mudanças climáticas, desastres naturais e prevenção de riscos: **Resumos...** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra2015/2016: quarto levantamento**. Brasília, DF, 2016. 73 p.
- DILLEWIJN, C. **Botany of sugarcane**. Waltham: Chronica Botanica, 1952. 371 p.
- FURLAN, F. F.; COSTA, C. B. B.; FONSECA, G. C.; SOARES, R. P.; SECCHIC, A. R.; CRUZ, A. J. G.; GIORDANO, R. C. Assessing the production of first and second generation bioethanol from sugarcane through the integration of global optimization and process detailed modeling. **Computers and Chemical Engineering**, Oxford, v. 43, p. 1-9, 2012.
- LEAL, L. T. **Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à inoculação de bactérias diazotróficas no Rio Grande do Sul**. 78 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- LIEW, W. H.; HASSIM, M. H.; NG, D. K. S. Review of evolution, technology and sustainability

assessments of biofuel production. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 71, p. 11–29, 2014.

LIMA, D. R. M. **Bactérias fixadoras de nitrogênio associadas a plantas de cana-de-açúcar cultivadas em Pernambuco**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

LIMA, R. C.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I.; ANDREANI JUNIOR, R.; FONSECA, L. Caracterização fenotípica de bactérias diazotróficas endofíticas isoladas de cana-de-açúcar. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, Bogotá, v. 64, n. 1, p. 5803-5813, 2011.

MAEDA, A. S. **Adubação nitrogenada e potássica em socas de cana-de-açúcar com e sem queima em solos de cerrado**. 110 f. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

MARRA, L. M.; SOARES, C. R. F. S.; OLIVEIRA, S. M.; FERREIRA, P. A. A.; SOARES, B. L.; CARVALHO, R. F.; LIMA, J. M.; MOREIRA, F. M. S. Biological nitrogen fixation and phosphate solubilization by bacteria isolated from tropical soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 357, p. 289-307, 2012.

MEGDA, M. X. V., TRIVELIN, P. C. O., FRANCO, H. D. J., OTTO, R. e VITTI, A. C. Eficiência agrônômica de adubos nitrogenados em soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 12, p. 1681-1690, 2012.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. (Ed.) **A dimensão do setor Sucroenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/14**. Ribeirão Preto: Markestrat; Fundace; FEA-RP/USP, 2014. 45 p.

PAUNGFUO-LONHIENNE, C.; LONHIENNE, T. G.; YEOH, Y. K.; WEBB, R. I.; LAKSHMANAN, P. CHAN, X.; LIM, P. E.; RAGAN, M. A.; SCHMIDT, S. Y HUGENHOLTZ, P. A new species of *Burkholderia* isolated from sugarcane roots promotes plant growth. **Microbial Biotechnology**, Bedford, v. 7, n. 2, p. 142-154, 2014.

PEREIRA, W. **Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar inoculada com bactérias diazotróficas**. 2011. 70 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

PEREIRA, W.; LEITE, J. M.; HIPÓLITO, G. S.; SANTOS, C. L. R.; REIS, V. M. Acúmulo de biomassa em variedades de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes estirpes de bactérias diazotróficas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 363-370, 2013.

PRADO, R. M.; PANCELLI, M. A. Resposta de soqueiras de cana-de-açúcar à aplicação de nitrogênio em sistema de colheita sem queima. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 951-959, 2008.

SCHMATZ, R.; GIACOMINI, S. J.; LEAL, L. T.; FREITAS, L. L.; LUDKE, W. H.; SOARES, M. F. Produtividade de cana-de-açúcar afetada pela inoculação de bactérias diazotróficas. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 25., 2010, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

SCHULTZ, N.; MORAIS, R.F.; SILVA, J.A.; BAPTISTA, R.B.; OLIVEIRA, R.P.; LEITE, J.M.; PEREIRA, W.; CARNEIRO JÚNIOR, J.B.; ALVES, B.J.R.; BALDANI, J.I.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S.; REIS, V.M. Avaliação agrônômica de variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 2, p. 261-268, 2012.

SCHULTZ, N.; SILVA, J. A.; SOUSA, J. S.; MONTEIRO, R. C.; OLIVEIRA, R. P.; CHAVES, V. A.; PEREIRA, W.; SILVA, M. F.; BALDANIVI, J. I.; BODDEYVI, R. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S. Inoculation of sugarcane with diazotrophic bacteria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 407-414, 2014.

SOCCOL, C. R.; VANDENBERGHE, L. P.; MEDEIROS, A. B.; KARP, S. G.; BUCKERIDGE, M.; RAMOS, L. P.; PITARELO, A. P.; FERREIRA-LEITÃO, V.; GOTTSCHALK, L. M.; FERRARA, M. A.; BOM, E. P. S.; MORAES, L. M., ARAÚJO, J. A.; TORRES, F. A. Bioethanol from lignocelluloses: Status and perspectives in Brazil. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 101, n. 13, p. 4820-4825, 2010.

SUMAN, A.; SINGH, P.; LAL, M. Effects of diverse habitat biofertilizers on yield and nitrogen balance in plant-ratoon crop cycle of sugarcane in subtropics. **Sugar Tech**, New Delhi, v. 15, n. 1, p. 36-43, 2013.

URQUIAGA, S.; XAVIER, R. P.; MORAIS, R. F.; BATISTA, R. B.; SCHULTZ, N.; LEITE, J. M.; SÁ, J. M.; BARBOSA, K. P.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Evidence from field nitrogen balance and ^{15}N natural abundance data for the contribution of biological N_2 fixation to Brazilian sugarcane varieties. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 356, n. 2, p. 5-21, 2012.