



XI Encontro de  
Pós-Graduação  
e Pesquisa  
**Consciência e Paz**  
Universidade Estadual Vale do Acaraú



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria da Ciência, Tecnologia  
e Educação Superior

## **PRODUÇÃO DE MILHO INOCULADO COM *AZOSPIRILLUM BRASILIENSE* E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SOLO DEGRADADO**

**Francisco Mário Nascimento Meneses<sup>2</sup>, Márcio Facundo Aragão<sup>3</sup>, Samuel Rocha Maranhão<sup>2</sup>;  
Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu<sup>4</sup>, Henrique Antunes de Souza<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Parte do projeto financiado pela fundação cearense de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico – FUNCAP;

<sup>2</sup>Mestrando em Zootecnia – UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ, Sobral, Ceará, Brasil. e-mail: fmmeneses@hotmail.com; <sup>3</sup>Graduando em Irrigação e Drenagem – INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ, Sobral, Ceará, Brasil; <sup>4</sup>Pesquisador – EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS, Sobral, Ceará, Brasil; <sup>5</sup>Pesquisador – EMBRAPA MEIO – NORTE, Teresina, Piauí, Brasil

**Resumo:** Objetivou-se avaliar variáveis biométricas, biomassa e teor relativo de clorofila de dois genótipos de milho cultivados em solo degradado sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido na Embrapa Caprinos e Ovinos, cujo delineamento adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial sendo os tratamentos a correção do solo (corrigido e não corrigido), genótipos de milho (Gorutuba e Caimbé) e fontes de nitrogênio (testemunha, com inoculação, com inoculação + 50 kg há<sup>-1</sup> de N; 50 e 100 kg há<sup>-1</sup> de N), com três blocos, sendo a parcela um vaso com 10 dm<sup>3</sup> de solo e duas plantas. As plantas foram conduzidas por 73 dias após a germinação, sendo mensuradas variáveis biométricas, biomassa e TRC. A inoculação + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N permitiu patamares de produção, teor de clorofila, área foliar e altura iguais ou superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**Palavras-Chave:** fixação biológica de nitrogênio; semiárido; *Zea mays*

### **INTRODUÇÃO**

Em Irauçuba município na região norte do estado do Ceará verifica-se que áreas consideráveis, que apresentam solos em algum estado de degradação. Historicamente, a região tem na pecuária a mais importante atividade. Considerando a ocupação da área municipal, 67,1% são ocupadas pela pecuária (Araújo filho & Silva 2015). Tal fato gera um efeito de sobrepastejo, o que de acordo com Bestelmeyer et al. (2006) altera a composição florística do estrato herbáceo, promove compactação e erosão do solo

A recuperação da fertilidade do solo em áreas degradadas pode ser amenizada com a adição de adubos orgânicos ou minerais. Em trabalhos realizados em Irauçuba Araújo Filho (2013) constatou que a aplicação de 400kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) incrementou a produção de fitomassa para 2,4 t ha<sup>-1</sup> no primeiro ano, correspondendo a um acréscimo de 120% com relação à



XI Encontro de  
Pós-Graduação  
e Pesquisa  
**Consciência e Paz**  
Universidade Estadual Vale do Acaraú



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria da Ciência, Tecnologia  
e Educação Superior

testemunha. No entanto o uso de fertilizantes nitrogenados aumentam drasticamente os custos de produção (Cantarella, 2007) tornando alternativa difícil tendo em vista a descapitalização dos produtores da região. Outro ponto é que o investimento em fertilizantes minerais é mais um risco em função das condições climáticas, inviabilizando o possível retorno econômico proveniente do emprego desta tecnologia.

As bactérias da espécie *Azospirillum brasilense* são consideradas bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio atmosférico, que associadas à rizosfera das plantas podem, possivelmente, contribuir com a nutrição nitrogenada delas (Boddey e Döbereiner, 1995). Essas bactérias diazotróficas estão amplamente distribuídas no solo e podem colonizar as raízes e o colmo da planta. Reis Junior et al., (2008) destacam que genótipos de milho têm particularidades no que concerne a eficiência na fixação do nitrogênio, assim, uma série de estudos vem sendo desenvolvidos para avaliar estirpes de bactérias que se adaptem a um determinado genótipo de milho.

Dentro deste contexto, objetivou-se com este estudo verificar o comportamento de dois genótipos de milho cultivados em Planossolo Nátrico, corrigido e não corrigido em termo de fertilidade, submetidos à inoculação com *Azospirillum brasiliensis* e adubação nitrogenada.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O ensaio foi conduzido na Embrapa Caprinos e Ovinos em Sobral-CE. O clima da região é do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 28°C e a precipitação média de 759 mm por ano. A experimentação ocorreu no 2º semestre de 2015 em área aberta a pleno sol em bancadas com 1 m de altura.

O solo utilizado foi coletado em propriedade rural em Irauçuba-CE (3° 47' 5958601''S e 39° 47' 2796359''W) região em processo de desertificação e solo classificado como Planossolo Nátrico órtico. O qual apresentava textura arenosa e os atributos químicos podem ser classificados com concentrações muito baixa para P, M.O. e Cu; médio para K, Ca e Mg; baixo para B e Zn; e alto para Fe segundo Alvarez V. et al. (1999).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial, cujos tratamentos foram correção do solo (solo corrigido e não corrigido em termos de fertilidade); genótipos de milho (BRS Caimbé e BRS Gorutuba) e fontes de nitrogênio (sem adubação nitrogenada; com inoculação com *Azospirillum brasilense*; com inoculação com *Azospirillum brasilense* + 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio; 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio); com quatro blocos, sendo a parcela um vaso com 10 dm<sup>3</sup> de solo e duas plantas.



XI Encontro de  
Pós-Graduação  
e Pesquisa  
**ConsCiência e Paz**  
Universidade Estadual Vale do Acaraú



UNIVERSIDADE ESTADUAL  
VALE DO ACARAÚ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria da Ciência, Tecnologia  
e Educação Superior

A irrigação dos vasos foi realizada com base na evapotranspiração da cultura (ETc), sendo a evapotranspiração de referência obtida por um tanque classe 'A' do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Os cálculos das lâminas foram procedidos conforme Medeiros et al. (2013), Salomão et al. (2009) e Souza et al. (2009) e o kc empregado foi o preconizado por Santos et al. (2014) para condição semiárida.

Para os tratamentos que receberam correção do solo foi realizada elevação da saturação por bases para 75%, com a aplicação de carbonato de cálcio (PA), equivalente a 1 Mg ha<sup>-1</sup>; ainda, aplicou-se 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fonte: superfosfato simples); 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (fonte: cloreto de potássio); 2 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (fonte: FTE BR-12) de acordo com as recomendações de UFC (1993), ainda para os tratamentos que receberam adubação mineral nitrogenada, aplicou-se no plantio 25 kg ha<sup>-1</sup> (fonte: uréia), sendo o restante aplicado em cobertura após 35 dias das plantas germinadas.

Devido aos baixos valores de fósforo no solo, aplicou-se somente este nutriente na mesma quantidade dos tratamentos com correção do solo para os vasos que não foram corrigidos em termos de fertilidade.

A inoculação foi realizada no momento da semeadura, utilizando-se inoculante Azototal® com bactérias de *Azospirillum brasiliensis* (estirpes AbV5 e AbV6) e para maior aderência foi adicionado açúcar a 10% ao caldo dos inoculantes. Foram semeadas sete sementes por vaso, sendo que cinco dias após a germinação foi realizado o desbaste deixando-se duas plantas por vaso.

As plantas foram conduzidas por 73 dias após a germinação, sendo mensuradas as seguintes variáveis: altura das plantas em cm (do colo até o pendão); diâmetro do colmo em cm (a 8 cm do colo da planta); número de folhas; área foliar em cm<sup>2</sup> (LI3100 - LICOR®); teor relativo de clorofila (Minolta SPAD 502®) coletado na folhas +3; e biomassa da parte aérea.

De posse dos dados, procedeu-se análise pelo teste F; e quando significativo aplicou-se teste de médias; empregando-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para dados biométricos, massa seca e teor relativo de clorofila os valores médios estão apresentados na Tabela 1. O fator correção apresentou diferença significativa para altura e diâmetro, em que para altura a correção proporcionou maiores valores e para diâmetro houve efeito oposto. Para genótipos houve diferença para as variáveis altura, número de folhas, massa seca e medida indireta de clorofila, em que o material Gorutuba apresentou superioridade para altura, biomassa e teor de clorofila, tal fato pode ser justificado pela maior adaptabilidade deste genótipo as condições a qual foi submetido. Em relação ao fator adubação observa-se diferença para as variáveis altura,



XI Encontro de  
Pós-Graduação  
e Pesquisa  
**Consciência e Paz**  
Universidade Estadual Vale do Acaraú



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria da Ciência, Tecnologia  
e Educação Superior

área foliar, biomassa e clorofila; sendo que para altura o tratamento inoculado + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N apresentou maiores valores em relação a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; inoculado e testemunha ; para área foliar a testemunha apresentou os menores valores; para biomassa verifica-se superioridade dos tratamentos inoculado + 50 kg ha<sup>-1</sup>; 100 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em relação a testemunha, resultados similares de aumento de produção com *Azospirillum* principalmente na presença de adubação nitrogenada também são descritos por Cavallet et al., 200 e Dinonet et al. (1996). Quadros (2009) mostrou que a inoculação com *Azospirillum brasilense* e a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na base, apresentou rendimento de grãos igual à aplicação de 130 kg ha<sup>-1</sup> de N isoladamente para dois híbridos de milho. Para o teor relativo de clorofila os maiores índices foram verificados para o tratamento com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N em relação a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N; inoculado e testemunha. Os resultados obtidos permitem que sejam feitas algumas inferências, como por exemplo, o tratamento inoculação com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N permitiu patamares de produção, teor de clorofila, área foliar e altura iguais ou superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo alternativa interessante como forma de economia de fertilizantes.

## GRÁFICOS (Opcional)

Tabela 1. Valores médios dos tratamentos, significância e coeficiente de variação para variáveis biométricas, biomassa e teor relativo de clorofila em função de correção do solo, genótipos e fontes de adubação nitrogenada.

Correção (C)	Altura	Diâmetro	NF	AF	MS	TRC
	----- cm -----			cm <sup>2</sup>	g vaso <sup>-1</sup>	
Corrigido	72,15a	1,45b	10,1	1228,35	33,15	23,28
Não Corrigido	67,26b	1,58a	10,12	1276,26	33,13	22,94
Significância	10,31**	7,37**	0,01ns	0,81ns	0,01ns	0,16ns
Genótipo (G)						
Caimbé	67,56b	1,52	10,76a	1292,98	31,31b	21,13b
Gorutuba	71,85a	1,51	9,45b	1211,62	34,97a	25,09a
Significância	7,94**	0,04ns	26,06**	2,35ns	11,23**	22,72**
Adubação (A)						
Testemunha	64,65c	1,47	10,00	1067,19b	28,19b	16,68c
<i>Azospirillum</i>	69,31bc	1,47	10,50	1326,83a	32,30ab	23,57b
<i>Azospirillum</i> + 50 kg ha <sup>-1</sup> (N)	77,04a	1,55	10,39	1371,66a	36,15a	24,74ab
50 kg ha <sup>-1</sup> (N)	71,47ab	1,52	9,68	1163,80ab	33,44a	22,99b
100 kg ha <sup>-1</sup> (N)	66,04bc	1,56	9,97	1332,03a	35,63a	27,55a
Significância	8,29**	0,02ns	1,34ns	4,85**	6,78**	18,54**
C x G	9,90**	1,93ns	0,02ns	0,64ns	0,20ns	7,56**
C x A	7,17**	0,22ns	0,91ns	0,74ns	1,70ns	2,48*



XI Encontro de  
Pós-Graduação  
e Pesquisa  
**ConsCiência e Paz**  
Universidade Estadual Vale do Acaraú



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria da Ciência, Tecnologia  
e Educação Superior

G x A	4,22**	2,05ns	0,79ns	0,58ns	0,41ns	5,32**
C x G x A	1,84ns	2,02ns	0,97ns	1,51ns	0,53ns	7,00**
CV (%)	9,7	14,4	11,3	18,9	14,7	16,0

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O genótipo BRS Gorutuba foi mais responsivo para variáveis biométricas em detrimento do BRS Caimbé

O tratamento inoculação + 50 kg ha<sup>-1</sup>N permitiu patamares de produção, teor de clorofila, área foliar e altura iguais ou superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo alternativa interessante como forma de economia de fertilizantes.

## AGRADECIMENTOS

À FUNCAP, pela bolsa de estudos e auxílio financeiro, e a Embrapa Caprinos e Ovinos pelo apoio na condução da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, E. de O.; Mercante, F. M.; Vitorino, A. C. T.; Nunes, D. P.; Paim, L. R.; Mendes, D.A.E. Absorção de nitrogênio por genótipos de milho inoculados com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. In: Seminário Nacional [de] Milho Safrinha, 12., 2013, Dourados. Estabilidade e produtividade: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. Editado por: Germani Concenço, Gessi Ceccon. 1 CD-ROM.
- Cantarella, H. Nitrogênio. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 375-470. 2007.
- Bergamaschi, C. Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas às raízes e colmos de cultivares de sorgo. 2006. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Bestelmeyer, B. T.; Trujillo, D. A.; Tugel, A. J. & Havstad, K. M. A multi-scale classification of vegetation dynamics in arid lands: What is the right scale for models, monitoring and restoration. *Journal of Arid Environments*, 65: p. 296-318, 2006.
- Boddey, R. M.; Döbereiner, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: recent progress and perspectives for the future. *Fertilizer Research*, Oxford, v. 42, p. 241-250, 1995.
- Cavallet L. E.; Pessoa A. C. S.; Helmich J. J.; Helmich P.R; Ost C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.* R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.4, n.1, p.129-132, 2000.
- Didonet, A. D.; Rodrigues, O.; Kenner, M. H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasiliense*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 31, n. 9, p. 645-651, 1996.
- Quadros, P. D. de. Inoculação de *Azospirillum spp.* em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul. Dissertação Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 62p. 2009.