



COINTER PDVAgro 2020

V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 02 a 05 de dezembro

ISSN:2526-7701 | PREFIXO DOI:10.31692/2526-7701

PARÂMETROS PRODUTIVOS DE MILHO (*Zea mays* L.) SUBMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE *Azospirillum brasilense*

PRODUCTIVE PARAMETERS OF CORN (*Zea mays* L.) SUBMITTED TO DIFFERENT CONCENTRATIONS OF *Azospirillum brasilense*

PARÂMETROS PRODUCTIVOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) SOMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE *Azospirillum brasilense*

Apresentação: Pôster

Emanuel D' Araújo Ribeiro de Ceita¹; Julia Karoline Rodrigues das Mercês²; Iuri Elivaldo Barbosa Coutinho³; Joze Melisa Nunes de Freitas⁴; Cândido Ferreira de Oliveira Neto⁵

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) possui elevada importância econômica no cenário de produção agrícola mundial. Atualmente o Brasil é considerado o terceiro maior produtor precedido apenas pelo Estados Unidos e China, e também o segundo maior exportador desse grão (USDA, 2017). O milho é utilizado de diversas maneiras que vai desde a alimentação animal, na alimentação humana, à indústria de alta tecnologia, como na produção de biocombustível (SANTOS; AMARAL; NUNES, 2018).

A utilização de variedades melhoradas de milho, controle rígido de pragas e doenças, adubação equilibrada estão entre os principais fatores para o aumento do rendimento da cultura (KOTOWSKI, 2015). No quesito adubação, o milho é considerado uma das culturas mais exigentes em fertilizantes, principalmente os nitrogenados sendo que a utilização é essencial para o rendimento da cultura e possui efeitos expressivos no aumento da produção de grãos (COSTA, 2017).

Um método de fornecimento de N para as plantas de milho que vem sendo estudado recentemente é a utilização de bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* em culturas de grande interesse econômico visto que são capazes de promover o crescimento vegetal e gerar

¹ Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP/FCAV, emanuelceita@hotmail.com

² Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/FCAV, juliakaroline.j@hotmail.com

³ Graduação em Agronomia, UFRA, iuricoutinho33@gmail.com

⁴ Profa. Dra., UFRA, jozemelisa@yahoo.com.br

⁵ Prof. Dr., UFRA, candidooliveiraneto@gmail.com

PARÂMETROS PRODUTIVOS DE MILHO (*Zea mays* L.)

incrementos no desenvolvimento e na produtividade das culturas (BALDANI et al. 1997).

Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar parâmetros produtivos em plantas de milho (*Zea mays* L.) submetidas a diferentes concentrações de *Azospirillum brasiliense*.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O nitrogênio tem papel fundamental na produtividade das culturas, principalmente das gramíneas onde a exigência por esse nutriente é maior. Sua importância no metabolismo das plantas em geral é enorme, pois atua de forma essencial nos processos bioquímicos da planta, constituindo as enzimas, proteínas, clorofila, coenzimas e ácidos nucleicos (LOURENTE et al. 2011).

Na natureza existe um grupo de bactérias que são capazes de transformar o N_2 atmosférico em uma forma assimilável pela planta, essa transformação chama-se fixação biológica de nitrogênio (FBN). Essas bactérias que formam apenas associações com as raízes das plantas são chamadas de BPCV – bactérias promotoras do crescimento vegetal. Elas fornecem nitrogênio assimilável em troca de outros nutrientes e carboidratos (TAIZ et al. 2017).

Vários benefícios para as plantas podem ser retirados dessa associação. O primeiro benefício destacado pelas BPCV é capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico e converter em amônio (NH_4^+), porém, diferentemente dos rizóbios que são simbioses fixadores de N e induzem a formação de estruturas especializadas (nódulos) nas raízes das plantas, estas bactérias são de vida livre, podendo ou não desenvolver relações simbióticas com as plantas (TAIZ et al. 2017), mas nessas associações não são produzidos os nódulos. As BPCV podem atuar ainda direta ou indiretamente no desenvolvimento das plantas, alterando características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (BRITO, 2019).

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no período de março a junho de 2019, por meio de um experimento conduzido na área experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) – *campus* Capitão Poço, localizada na Microrregião do Guamá, com coordenadas geográficas de $01^{\circ}44'54''$ S e $47^{\circ}03'42''$ W.

Foram realizadas coletas de solo de 0 a 20 cm de profundidade para análise química. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013) e apresenta as seguintes características químicas: N = 0,08%; P = 3 mg/dm³; K = 44 mg/dm³; Na = 11 mg/dm³; Al = 0,4 cmol_c/dm³; Ca = 0,7 cmol_c/dm³; Mg = 0,6 cmol_c/dm³; H+Al

= 4,72 cmol_c/dm³; pH da água = 4,52; CTC total = 6,15 cmol_c/dm³; CTC efetiva = 1,81 cmol_c/dm³; V = 23,25%; m = 20,98%.

Para a correção do solo, foi realizada uma calagem dois meses antes do plantio com uso de calcário calcítico na quantidade de 2,45ton/ha, em seguida, deixado em um período de incubação de 45 dias. Adubação das plantas foi conforme análise de solo e conforme recomendação no Manual de Adubação do Estado do Pará (CRAVO; VIÉGAS; BRASIL, 2010). Foi aplicado 90kg/ha de P₂O₅ na forma de Super fosfato simples na semeadura, 60 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio e 100 kg/ha de N na forma de ureia em cobertura, parcelado em duas doses, uma aos 20 dias após a semeadura (DAS) e a segunda 45 DAS em todas as parcelas.

As sementes utilizadas no experimento pertencem à empresa KWS e a cultivar chama-se K9105 Vip3. As sementes de milho foram inoculadas dois dias antes do plantio com a bactéria *Azospirillum brasilense*, adquiridas da empresa Jardim de Minas, em diferentes concentrações. A bactéria foi pesada em balança analítica e misturada com as sementes de milho dentro de um saco plástico transparente. A proporção das doses das bactérias foi de 1g para mil sementes, considerando 1g como a dose 100% conforme recomendação do fabricante. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (T0: 0% (0g), T1: 25% (0,187g), T2: 50% (0,375g), T3: 75% (0,562g) e T4: 100% (0,75g) de *Azospirillum brasilense*) e cinco repetições.

As coletas foram realizadas quando as plantas encontravam-se no estágio reprodutivo e foram feito dois pontos de coletas. A primeira análise foi realizada, à medida que os grãos atingiram o “ponto de milho verde”, ou seja, quando os grãos atingiram o estágio fenológico R3 e R4 (grão leitoso e pastoso respectivamente) e a segunda análise no estágio fenológico final, R6 (maturidade fisiológica).

Os parâmetros de produtivos avaliados foram: diâmetro da espiga, massa da espiga sem palha, comprimento da espiga sem palha, número de grãos, massa de 100 grãos e produtividade.

Os resultados foram testados quanto aos pressupostos de normalidade e submetidos à análise de variância (ANOVA), quando significativo p<0,05, foi realizada análise de regressão com auxílio do software estatístico Agroestat (BARBOSA e MALDONARO, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis diâmetro da espiga (DE), massa da espiga sem palha (MES), comprimento da espiga sem palha (CES), número de grãos (NG), massa de 100 grãos (M100) e produtividade os tratamentos não diferiram entre si nos estádios fenológicos R4 e R6 (Tabela

PARÂMETROS PRODUTIVOS DE MILHO (*Zea mays* L.)

1 e 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Marques (2018) que também não encontrou diferença para diâmetro da espiga, comprimento e número de grãos nos seus tratamentos com a bactéria associadas à adubação com nitrogênio assim como Cunha et al., (2014) nas variáveis comprimento, diâmetro, massa da espiga, massa de grãos e produtividade.

A produção e a produtividade da cultura do milho estão associadas ao número de grãos por fileira definidos por espiga, cujo comprimento máximo está interligado às boas disponibilidades hídricas e de nutrientes (principalmente nitrogênio) e à integridade das folhas (FANCELLI, DOURADO NETO, 2000). Com relação à massa das espigas e a massa dos grãos segundo Ohland et al., (2005) essas são características influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos.

Tabela 1: Resumo da análise de variância conjunta e média do diâmetro da espiga (DE), massa da espiga sem palha (MES), comprimento da espiga sem palha (CES) e número de grãos (NG) de plantas de milho K9105 Vip3 submetidas a doses de *Azospirillum brasilense* no estágio fenológico R4 em Capitão Poço - PA.

Fontes de variação	Quadrado médio			
	DE (mm)	MES (g)	CES (cm)	NG grão/espiga
Tratamentos	7,19 ^{ns}	271,71 ^{ns}	6,95 ^{ns}	4864,21 ^{ns}
Blocos	94,40*	5675,02*	234,90*	27300,78*
Regressão Linear	5,10 ^{ns}	239,81 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,53 ^{ns}
Regressão Quadrática	17,49 ^{ns}	1,17 ^{ns}	5,26 ^{ns}	4015,46 ^{ns}
Desvios de Regressão	3,26 ^{ns}	799,15 ^{ns}	14,03 ^{ns}	475,54 ^{ns}
CV (%)	6,73	21,23	18,60	24,88
Média	51,99	158,59	17,38	321,90

CV: Coeficiente de variação, ^{ns} Não significativo a nível de 0,05 de probabilidade; *Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F. **Fonte:** Própria (2020).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância conjunta e média do diâmetro da espiga (DE), massa da espiga sem palha (MES), comprimento da espiga sem palha (CES), número de grãos (NG), massa de 100 grãos (M100) e produtividade (PROD) de plantas de milho K9105 Vip3 submetidas a doses de *Azospirillum brasilense* no estágio fenológico R6 em Capitão Poço - PA.

Fontes de variação	Quadrado médio					
	DE (mm)	MES (g)	CES (cm)	NG grão/planta	M100 (g)	PROD (Mg/ha)
Tratamentos	0,72 ^{ns}	1065,40 ^{ns}	2,30 ^{ns}	3654,37 ^{ns}	53,72 ^{ns}	2,42 ^{ns}
Blocos	70,48*	14878,44*	7,94*	39294,89*	149,71*	34,42*
Regressão Linear	0,58 ^{ns}	1431,37 ^{ns}	0,29 ^{ns}	4691,56 ^{ns}	0,49 ^{ns}	3,26 ^{ns}
Regressão Quadrática	0,24 ^{ns}	2503,56 ^{ns}	1,20 ^{ns}	8880,48 ^{ns}	7,71 ^{ns}	3,03 ^{ns}
Desvios de Regressão	0,02 ^{ns}	134,91 ^{ns}	6,54 ^{ns}	1006,25 ^{ns}	57,84 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	8,27	20,47	9,15	23,73	15,20	24,84
Média	50,21	168,64	14,54	349,06	43,14	7,46

CV: Coeficiente de variação, ^{ns} Não significativo a nível de 0,05 de probabilidade; *Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F. **Fonte:** Própria (2020).

A forma de ação das bactérias do gênero *Azospirillum* ainda não foi totalmente compreendida. Apesar de se ter estudos comprovando a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, como também da sua influência no crescimento das plantas, a associação com as plantas depende do genótipo do vegetal e de condições específicas do solo. Ferreira et al., (2013) relatam que a ausência de respostas significativas nos parâmetros produtivos pode estar mais relacionado ao fator genótipo das plantas do que práticas de manejo na cultura. Assim

como fatores relacionados ao clima, solo, microbiota do solo também podem influenciar na resposta dos inoculantes (JAMES, 2000).

Dotto et al., (2010) testaram a bactéria associativa *Herbaspirillum seropedicae*, semelhante ao gênero *Azospirillum spp.* obtendo diferentes respostas da inoculação, que foram positivas ou nulas de acordo com o híbrido utilizado, atribuindo o resultado com a afinidade do material vegetal com a bactéria, ou seja, a capacidade dele em promover a simbiose.

A ausência de efeito entre os tratamentos sobre as variáveis de crescimento e produção não era esperada, uma vez que a fixação biológica do nitrogênio através das BPCV pode promover um aumento de hormônios de crescimento de plantas que são responsáveis pelo aumento celular, como por exemplo, as auxinas e giberelinas. Contudo, as condições experimentais como solo, condições climáticas influenciam diretamente na utilização de inoculantes e no crescimento das plantas.

Os sucessos encontrados na literatura com a utilização dessa bactéria estão relacionados, em sua maioria, a fatores da própria bactéria, como a escolha da estirpe, ou o número ideal de células para inoculação das sementes e sua viabilidade. Arsac et al., (1990) afirma que a correta escolha da estirpe e o número de células viáveis por semente podem resultar no sucesso ou insucesso da inoculação.

Além disso, as bactérias pertencentes a esse gênero fazem apenas associações com a rizosfera das plantas e por isso possuem uma taxa menor de fixação de nitrogênio quando comparadas com as leguminosas. As bactérias *Azospirillum* mesmo que consigam fixar o nitrogênio e disponibiliza-lo para as raízes, não conseguem suprir totalmente as necessidades das plantas desse nutriente (HUNGRIA, 2011) atuando como um complemento para a melhor absorção de N disponível no solo. A maioria dos estudos realizados com a *Azospirillum brasilense* sempre está associada a doses de nitrogênio, comprovando a importância da utilização simultânea desses microrganismos com esse nutriente essencial para o metabolismo e crescimento das plantas.

CONCLUSÕES

De acordo com as condições do experimento a inoculação com doses de *Azospirillum brasilense* não proporciona incrementos nos parâmetros produtivos avaliados da cultura. Portanto, para as condições experimentais descritas não se faz necessário à utilização da bactéria do gênero *Azospirillum* no cultivo do milho.

PARÂMETROS PRODUTIVOS DE MILHO (*Zea mays* L.)

REFERÊNCIAS

- ARSAC, J.F. et al. Growth enhancement of maize (*Zea mays* L.) through *Azospirillum lipoferum* inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration. **Agronomie**, Paris, v. 10, p.640-654, 1990.
- BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DOBEREINER J. Recent advances in BNF with non-legume plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v.29, p.911-922, 1997.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. 2015. AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. versão 1.1.0.712. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2010.
- BRITO, T. S. **Métodos de inoculação de *Azospirillum brasilense* e sua influência na promoção de crescimento do milho**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, 2019.
- COSTA, M. N. F. et al. Desempenho e produtividade do milho em função do cultivar e da adubação de cobertura em regime de sequeiro no Cariri - Ce. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 26, n. 3, p.310-319, 2017.
- CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará**. Belém, Pa: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 262 p.
- DOTTO, A. P.; et al. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.3, p.376-382, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- FERREIRA, V. E. N. et al. Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e nitrogênio em cobertura no milho safrinha. In: **XII SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE MILHO SAFRINHA**. Dourados, MG. Anais. Embrapa, 2013.
- HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Ed. Londrina: **Embrapa Soja**, 2011, 36 p.
- JAMES, E. Nitrogen fixation in endophytic and associative symbiosis. **Field Crops Research**. v. 65, p. 197-209, 2000.
- LOURENTE, E. R. P. et al. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, jan./mar. 2011.
- MARQUES, J. B. **Inoculação via semente de *Azospirillum brasilense* e aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônômico do milho**. 2018. 25 p. Trabalho de conclusão de curso em Agronomia, Centro Universitário de Anápolis – Unievangélica, Anápolis, GO. 2018.
- OHLAND, R. A. A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.
- SANTOS, L. R. P. M.; AMARAL, H. F.; NUNES, M. P. Desenvolvimento e assimilação de nutrientes de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 34, n. especial, p. 140-159, 2018.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 856 p.
- USDA. Commodity Forecasts | World Agricultural Supply and Demand Estimates. USDA, 2017. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>>. Acesso em: 02 de setembro 2019.