

## OPEN ACCESS

**Produtividade do milho cultivado em baixa latitude na entressafra inoculado com *Azospirillum brasilense* com diferentes doses de nitrogênio****Productivity of the corn cultivated under low latitude in the inter-crop inoculated with *Azospirillum brasilense* with different doses of nitrogen**

## Editado por:

Dr. Vinicius Batista Campos  
Instituto Federal da Paraíba, Princesa  
Isabel-PB, Brasil

## Seção:

Esse artigo foi submetido em Ciências  
Agrárias, uma seção do *Journal of  
Bioenergy and Food Science*

ID JBFS255018

DOI 10.18067/jbfs.v6i1.255

## Processo de revisão:

Prot. 2552018R01 (Brasil)  
Prot. 2552018R02 (Brasil)

\*Autor para correspondência:  
Maria Dilma de Lima  
mariadilma@uft.edu.br

## Conflito de interesse

Os autores declararam que não há  
conflito de interesse.

## Financiamento:

Os autores declararam que não houve  
financiamento para o desenvolvimento  
da pesquisa.

Recebido em: 10 de outubro de 2018

Aceito em: 25 de janeiro de 2018

Publicado em: 31 de janeiro de 2019

## Citação:

Coelho, B. A., Dias, V. C., Pelúzio, J. M.,  
Souza, C. M., Siqueira, G. B. de &  
Santos, W. F. dos (2019). *Produtividade  
do milho cultivado em baixa latitude na  
entressafra inoculado com *Azospirillum  
brasilense* com diferentes doses de  
nitrogênio*. *Journal of Bioenergy and  
Food Science*, 6(1), 18-28. doi:  
10.18067/jbfs.v6i1.255



JBFS all rights  
Copyright: © 2019

<sup>1</sup> Breno Araujo COELHO, <sup>1</sup> Vanderlan Carneiro DIAS, <sup>1,\*</sup> Joênes Mucci PELÚZIO,  
<sup>2</sup> Clóvis Maurílio de SOUZA, <sup>1</sup> Guilherme Benko de SIQUEIRA e <sup>2</sup> Weder Ferreira dos SANTOS

<sup>1</sup>Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas. Quadra 109 Norte, Avenida NS15, ALCNO-14 - Plano Diretor Norte, 77001-090. Palmas - TO, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi. Chácara 69-72 - Rua Badejos, Lote 7, s/n - Jardim Cervilha. CEP 77404-970. Gurupi - TO, Brasil.

## RESUMO

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) pode ser viável através do uso de bactérias do gênero *Azospirillum*, um micro-organismo potencial promotor do crescimento das plantas. Neste sentido, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar o efeito do uso da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*, inoculada via sementes, em associação ou não com doses de nitrogênio, na produtividade dos grãos de milho para fins industriais. Os ensaios foram realizados em duas épocas de semeadura (10/07 e 01/08/2015), no período de entressafra, em Palmas-TO, sendo o delineamento experimental utilizado de blocos casualizados com 30 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 2x3x5, representado por dois processos de inoculação das sementes (com e sem inoculação das sementes), três genótipos de milho (Orion e Al Bandeirante, variedades de polinização aberta, e o Híbrido Duplo AG-1051 e cinco doses de nitrogênio N (0, 50, 100, 150 e 200kg ha<sup>-1</sup>) realizadas em cobertura. Foram avaliadas a produtividade dos grãos (kg ha<sup>-1</sup>). A inoculação com *Azospirillum brasilense* foi benéfica em condições adversas. AG 1051 apresentou-se como potencialmente superior quando inoculado sob condições de estresses.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L. Inoculação. Fixação biológica. Adubação nitrogenada. Rendimento de grãos.

## ABSTRACT

Biological nitrogen fixation (BNF) can be viable through the use of bacteria of the genus *Azospirillum*, a micro-organism potential plant growth promoter. In this sense, the present work was carried out with the objective to study the effect of *Azospirillum brasilense* diazotrophic bacteria use, inoculated via seeds, in association or not with doses of nitrogen, productivity of corn for industrial purposes. The essays were conducted on two sowing times (10/07 and 8/1/2015), in the inter-crop season, in Palmas-TO, The experimental design in both sowing dates was randomized blocks with 30 treatments and three replications. The treatments were arranged in a factorial scheme 2x3x5, represented by two seed inoculation processes (with and without seed inoculation ) Three genotypes (Orion and Al Bandeirante, open-pollinated varieties, and the double hybrid (AG-1051) and five N levels of nitrogen (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup>) held in coverage. The characteristic studied was the productivity of grain. Inoculation with *Azospirillum brasilense* was beneficial under adverse conditions. AG 1051 was potentially superior when inoculated under stress conditions.

**Keywords:** *Zea mays* L. Inoculation. Biological fixation. Nitrogen fertilization. Grain yield.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) um dos cereais mais cultivados no mundo, em virtude das suas diversas formas de utilização e potencial produtivo, tem sido largamente utilizado na produção de alimentos básicos, como fubás, farinhas, canjicas, xarope de glucose (utilizado na produção de balas, gomas de mascar, doces em pasta etc.), corantes, caramelo (para produção de refrigerantes, cervejas, molho etc.) e na produção de rações para uso animal (Sologuren, 2015).

É possível dizer que o milho é uma cultura estratégica devido ao alto grau de relevância do cereal na alimentação humana e animal, além da segurança alimentar, do desenvolvimento regional (há uma integração entre complexos – do milho e de carnes, que potencializam a atividade agroindustrial) e das relações comerciais. Além disso, tem grande importância social, por ser um alimento de baixo custo, pela viabilidade de cultivo tanto em grande, quanto em pequena escala e por ser à base de várias cadeias agroindustriais, como a da carne (Galvão et al., 2015).

Atualmente a cultura do milho passa por mudanças tecnológicas, onde pesquisas são desenvolvidas para aumentar a produção e produtividade das cultivares, são buscados aumentos de produção e produtividade. Dentre essas mudanças pode-se citar a melhoria da qualidade do solo e adubação. Essas melhorias normalmente são relacionadas ao manejo adequado, onde as práticas podem ser rotação de culturas, manejo da fertilidade, utilizando-se adubos químicos ou orgânicos e práticas como inoculação (Santos et al., 2017).

A cultura do milho absorve e exporta, sob a forma de grãos e biomassa, grandes quantidades de N do solo, sendo por esse motivo que na maioria das áreas produtivas a adubação nitrogenada se faz necessária. Por outro lado, dentre os fertilizantes utilizados, o N é o que mais onera o custo de produção da cultura do milho, isto porque seu processo de fixação industrial demanda um alto nível energético, que geralmente é suprido com a queima de combustíveis fósseis (Santos et al., 2018).

Para o Estado do Tocantins, as perspectivas para a cultura são extremamente favoráveis, uma vez que o mesmo se encontra inserido no bioma Cerrado, em condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo. Nessa região de Cerrado, compreendendo os Estados do Maranhão, do Piauí, do Tocantins e da Bahia, denominada de MATOPIBA, segundo MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento) e EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), as previsões para a safra 2021/22, são área total cultivada com grãos deverá atingir 7,7 milhões de hectares na, sendo o milho uma das principais culturas (Embrapa, 2015).

No Estado do Tocantins, a baixa produtividade do milho ocorre, dentre outros fatores, devido à presença de altas temperaturas, aliada ao baixo nível tecnológico empregado pelos produtores e a escassez de sementes melhoradas e de variedades adaptadas às condições de estresses, tais como as variações climáticas e nutricionais; neste último caso, relacionadas principalmente ao N, dentre outros fatores (Carvalho et al., 2016; Farias et al., 2015; Santos et al., 2015; Santos et al., 2014).

Dentre os nutrientes exigidos pelas gramíneas, o nitrogênio (N) é mais absorvido que todos os nutrientes (Menezes et al., 2013; Morais et al., 2018; Repke et al., 2013; Santos et al., 2017). Segundo Fancelli & Dourado Neto (2000), a deficiência de N para a cultura de milho pode acarretar em perdas de produtividade de 14 a 80 %. Uma alternativa para reduzir a utilização de adubos nitrogenados na cultura do milho é a inoculação das sementes com bactérias diazotróficas, ou seja, que são capazes de

fixar N atmosférico. Dentre estas, citam-se as do gênero *Azospirillum* que, quando associadas ao sistema radicular do milho, contribuem na absorção de N pela cultura (Hungria et al., 2010).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são classificadas como diazotróficas (capazes de fixar o N atmosférico) e se encontram em associações com gramíneas, constituindo um dos grupos mais estudados, com várias pesquisas relacionadas a ecologia, fisiologia e genética (Bashan et al., 2004). Na grande maioria dos estudos, o uso do *Azospirillum* é recomendado para a agricultura a fim de reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados, o que pode chegar em até 50% (Hungria et al., 2010), além de poder aumentar em até 30% a produtividade de um modo geral. Se referindo especificamente ao milho, vários trabalhos têm demonstrado os benefícios do uso de inoculantes do gênero *Azospirillum*, tais como aumento na produtividade de grãos, aumento da matéria seca, diâmetro de colmo, altura de inserção de espiga, altura de planta, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, massa de 1000 grãos, massa de sabuco, massa de espiga, acúmulo de N na parte aérea (Andrade et al., 2016; Cunha et al., 2014; Dartora et al., 2013; Novakowisk et al., 2011; Quadros et al., 2014).

Assim, com o intuito de reduzir os custos de produção e danos ao meio ambiente, através dos processos de lixiviação e volatilização do N, foi proposto o presente estudo visando avaliar o efeito da bactéria *Azospirillum brasilense* na produtividade de grãos na cultura do milho, associada ou não ao uso de nitrogênio, em cultivo de entressafra, sob condições de baixa latitude.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na entressafra 2015, foram conduzidos dois ensaios na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins – UFT, campus de Palmas (220m de altitude, 10°45' S e 47°14' W), sendo as semeaduras realizadas em 10 julho e 01 de agosto de 2015, em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, com histórico de cultivo de batata doce nos últimos dois anos, e cujo resultado da análise físico-química, na profundidade de 0-20cm, encontra-se na Tabela 01. O clima, segundo classificação de Köppen do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica.

**Tabela 1.** Caracterização físico-química do solo utilizado nos ensaios da entressafra 2015.

**Table 1.** Physical-chemical characterization of the soil used in the off-season trials 2015.

M.O. g/dm <sup>-3</sup>	pH (CaCl)	P (Melic) mg/dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg cmolc/dm <sup>-3</sup>	CTC	S.B. (%)	Textura (%)	Classe
19	6,5	35	22	5,2	2,8	9,41	86,18	Argila 23 Silte 6 Areia 71	Franco Argilo Arenosa

A Figura 1 estão representados os dados pluviométricos (mm) mensais registrados no período de julho a dezembro de 2015, durante a condução dos ensaios experimentais.

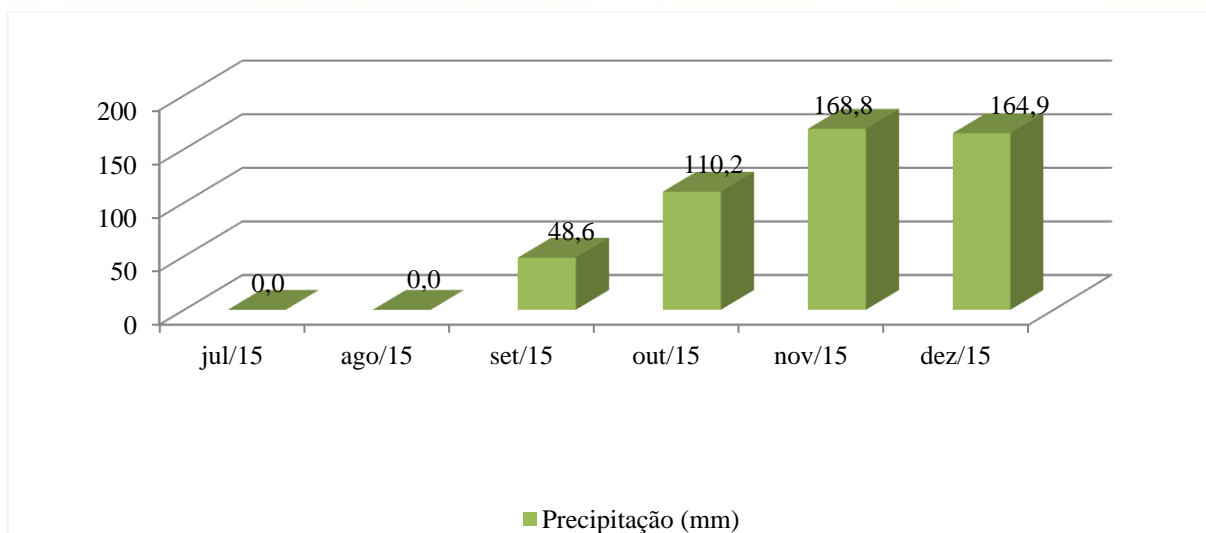


Figura 1. Médias de precipitação (mm) semanais ocorridas durante a condução dos ensaios experimentais na entressafra 2015.

Figure 1. Precipitation (mm) weekly occurring during the conduction of the experimental tests in the between harvests 2015.

Na Figura 2 representam os dados de temperatura média (°C) semanais, registrados no período de julho a dezembro de 2015, durante a condução dos ensaios experimentais, os mesmos foram obtidos no laboratório de Meteorologia e Climatologia da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus de Palmas.

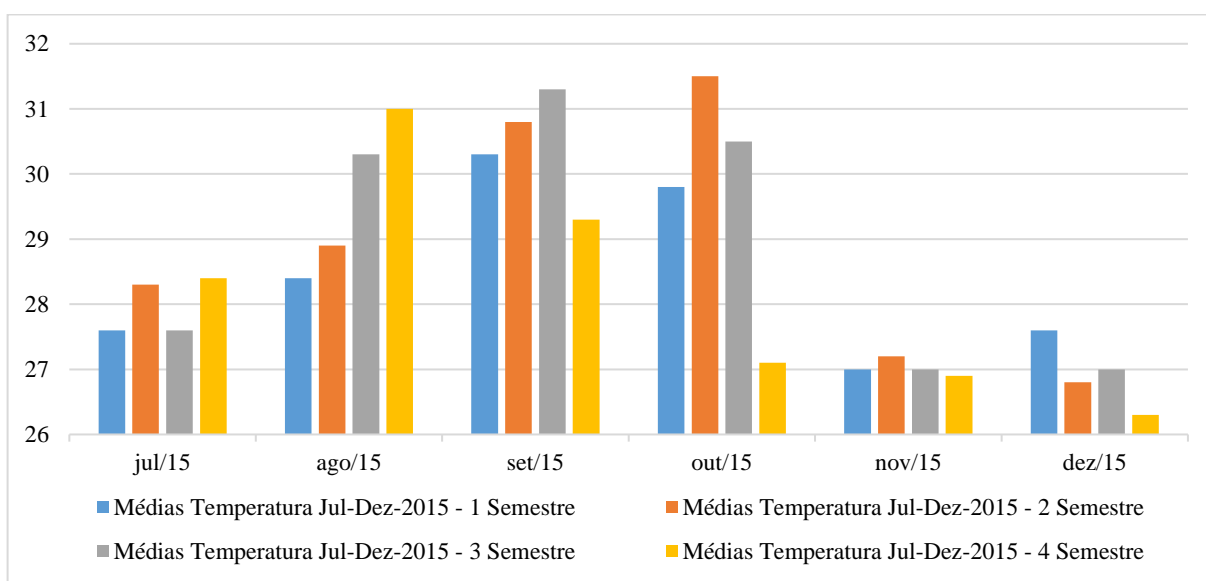


Figura 2. Médias de Temperaturas (°C) semanais ocorridas durante a condução dos ensaios experimentais na entressafra 2015.

Figure 2. Temperatures (°C) weekly occurring during the conduction of the experimental tests in the between harvests 2015.

O delineamento experimental utilizado em cada época de semeadura foi o de blocos casualizados com 30 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 2x3x5, representado por dois processos de inoculação das sementes (com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense*), três

genótipos de milho (Orion e Al Bandeirante, variedades de polinização aberta, e o Híbrido Duplo (AG-1051) e cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) realizadas em cobertura, utilizando sulfato de amônia, em doses fracionada em partes iguais. A primeira metade foi aplicada no estágio V4 (quatro folhas completamente desenvolvidas) e a segunda metade no estágio V6 (seis folhas completamente desenvolvidas), conforme a escala de (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

A parcela experimental foi representada por duas fileiras de três metros e espaçadas de um metro com área útil de 6 m<sup>2</sup>.

O preparo do solo foi realizado através de aração e gradagem niveladora convencional, seguida de sulcamento. A adubação de pré-plantio foi realizada manualmente, conforme exigências da cultura e após prévia análise do solo, utilizando 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sulco de semeadura, utilizando superfosfato simples, foi também aplicado na adubação de base com K<sub>2</sub>O na dose de 48 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, sendo metade no sulco de semeadura, e a outra metade no estágio V6 (sexta folhas completamente desenvolvidas) (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Conforme análise de solo (Tabela 1) não foi necessário a calagem em virtude do pH do solo de 6,5 uma vez que, segundo Coelho & Verlengia (1973), o pH do solo se encontra dentro da faixa considerada adequada para a cultura do milho (5,5 a 6,5). Ainda de acordo com os autores, a máxima atividade microbiana no solo é ideal (6,0 a 6,5), o que também é favorável para o desenvolvimento da bactéria *Azospirillum brasilense*.

Os tratos culturais, como o controle de plantas daninhas foram realizados através da aplicação de herbicida Atrazina (Atrazinax<sup>®</sup>), imediatamente após a semeadura, na dose recomenda pelo fabricante para cultura do milho (seis litros ha<sup>-1</sup>), e posteriormente foram realizadas capinas quando necessárias. Não houve necessidade de controle de doenças e pragas. A irrigação foi realizada, quando necessário, através de bombeamento próprio, utilizando aspersores tipo canhão.

A colheita foi realizada quando os grãos atingiram a maturidade fisiológica (plantas em estágio R6), sendo colhidas todas as espigas das duas fileiras de cada parcela experimental. Em seguida as espigas foram trilhadas e os grãos acondicionados em saco de papel no qual foi identificado por genótipo, as amostras foram pesadas em balança analítica para obter a produtividade por hectare, e depois transportadas para o LANA (Laboratório de Análise de Alimentos) do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas, onde foram pesadas e transformados em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

As médias dos tratamentos (épocas de semeadura, dos genótipos e dos processos com e sem inoculação), foram comparadas pelo critério de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Com o intuito de obter um erro experimental de maior precisão, os graus de liberdade da interação quadrupla (épocas x genótipos x processos de inoculação x adubação) foram adicionados ao erro experimental. Com esta adição, os valores calculados das fontes de variação resultam em valores de F maiores, aumentando a probabilidade de detectar diferenças significativas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para a produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) revelou, efeito significativo para época, cultivar, nitrogênio, época x cultivar, época x processos de inoculação, época x nitrogênio e época x cultivar x processos de inoculação (Tabela 2). A significância da interação tripla, indica que os efeitos dos fatores isolados não explicam toda a variação encontrada, sendo assim realizados os desdobramentos.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) em três genótipos de milho, com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense*, em diferentes doses de Nitrogênio e épocas de semeadura, em Palmas-TO, na entressafra 2015.

**Table 2.** Combined variance analysis for grains production (kg ha<sup>-1</sup>) in three corn genotypes, with and without inoculation of *Azospirillum brasilense*, at different Nitrogen doses and sowing times, in Palmas-OT, in the between harvests 2015.

	FV	GL	QM
Épocas		1	4035612,8*
Genótipos		2	5460505,8*
Processos Inoculação (C/A e S/A)		1	79884,8 <sup>ns</sup>
Nitrogênio		4	7438578,3*
Blocos /Época		4	1937993,8*
Épocas x Genótipos		2	5571333,8*
Épocas x C/A e S/A		1	98106780,8*
Épocas x Nitrogênio		4	2651870,3*
Genótipos x C/A e S/A		2	545253,8 <sup>ns</sup>
Genótipos x Nitrogênio		8	983913,3 <sup>ns</sup>
C/A e S/A x Nitrogênio		4	1419752,3 <sup>ns</sup>
Épocas x Genótipos x C/A e S/A		2	13466877,8*
Épocas x C/A e S/A x Nitrogênio		4	835918,3 <sup>ns</sup>
Épocas x Genótipos x Nitrogênio		8	935493,8 <sup>ns</sup>
Genótipos x C/A e S/A x Nitrogênio		8	1327923,8 <sup>ns</sup>
Erro		124	1041012,3
Coeficiente de Variação (%)		23,08	
Média Geral		4421,6	

ns: não significativo; \* significativo pelo teste F a 5%.

ns: not significant ; \* significant by F test at 5%

Na Tabela 03, o estudo comparativo entre as médias dos processos (C/A e S/A), para cada genótipo em cada época, revelou que o processo sem a presença do *Azospirillum* (S/A) resultou em maior produtividade na primeira época de semeadura (10/07) para todos os genótipos, com destaque para o híbrido AG1051. Por outro lado, na segunda época (01/08), as maiores médias para todos os genótipos foram obtidas sempre na presença do *Azospirillum* (C/A) e, novamente, AG1051 apresentou um melhor desempenho.

Na primeira época (10/07), em virtude de as condições climáticas terem sido mais favoráveis para o desenvolvimento da planta, principalmente no tocante às menores

médias de temperaturas (Figura 2), as plantas absorveram preferencialmente o nitrogênio mineral, que está na forma prontamente disponível para a planta, em detrimento da absorção de N via fixação simbiótica, que envolve gasto energético para a formação dos nódulos, resultando em queda de produtividade.

Por outro lado, na segunda época de semeadura, onde foi observada a ocorrência de temperaturas médias mais altas durante o desenvolvimento da planta (Figura 2), ou seja, sob condições adversas, foi detectado o efeito benéfico da inoculação das sementes (C/A) na produtividade de grãos para todos os genótipos. As bactérias do gênero *Azospirillum* identificam sinais emitidos ou percebidos pela planta em condições de estresse, desencadeando respostas de forma conjunta com a planta, resultando em aumento de tolerância (Rodrigues & Fioreze, 2015).

Segundo Hungria et al. (2010), as bactérias do gênero *Azospirillum* produzem fitohormônios, além da fixação do N atmosférico, que estimulam o crescimento e desenvolvimento de raízes em várias espécies de plantas, através da síntese de substâncias que atuam na promoção do desenvolvimento vegetal, tais como: auxinas, giberilinas e citocininas.

A auxina, o principal hormônio produzido por estirpes de *Azospirillum* possui, como principal função a regulação do crescimento, estimula o aumento da densidade e comprimentos dos pelos absorventes das raízes, o aumento da velocidade de aparecimento de raízes laterais e, por fim, o aumento na absorção de nutrientes (Bashan et al., 2004). Além disso, segundo Bashan et al. (2004) o aumento da produtividade devido à inoculação com *Azospirillum* pode estar relacionado, também, à maior absorção de outros nutrientes, como o P e K.

**Tabela 3.** Médias do rendimento de óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em duas épocas de semeadura, em três genótipos de milho, em processos com e sem inoculação das sementes com a bactéria *Azospirillum brasilense* em Palmas – TO, entressafra 2015.

**Table 3.** Average oil yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) at two sowing times, in three corn genotypes, in processes with and without inoculation of the seeds with the bacterium *Azospirillum brasilense* in Palmas - TO, off-season 2015.

Genótipos	Época 1 (10/07)		Época 2 (01/08)	
	C/A	S/A	C/A	S/A
Orion	4166aA2	4982aB1	4116aB1	3302bA2
Al Bandeirante	4108aA2	5036aB1	4781aB1	3604bA2
AG 1051	3162bB2	5974aA1	6070aA1	3758bA2

Médias dos processos C/A e S/A dentro da mesma época e do mesmo genótipo, seguido pelo mesmo Número, na linha pertencem ao mesmo grupo estatístico; Médias das épocas de semeaduras (1ª e 2ª) dentro do mesmo processo e mesmo genótipo, seguido pelo mesma letra Minúscula, na linha pertencem ao mesmo grupo; Médias dos genótipos dentro de cada processo e na mesma época de semeadura, seguido pelo mesma letra Maiúscula, na coluna pertencem ao mesmo grupo estatístico; utilizou-se 5% de significância pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Averages of the C/A and S/A processes within the same time and of the same genotype, followed by the same Number, in the line belong to the same statistical group; Mean of sowing times (1st and 2nd) within the same process and even genotype, followed by the same lowercase letter, in the row belong to the same group; Averages of the genotypes within each process and at the same sowing time, followed by the same capital letter, in the column belong to the same statistical group; 5% significance was used by the Scott Knott test at 5% probability.

Inúmeras evidências experimentais sugerem que a temperatura constitui um dos fatores de produção mais importantes e decisivos ao desenvolvimento do milho (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Em regiões de baixa latitude, a maior temperatura do ar diurna aumenta a transpiração das plantas, causando maior perda de água pelas plantas. Porém, em sistemas simbióticos partes dos produtos da fotossíntese são carregados para a fixação de N em detrimento da síntese da planta.

Do mesmo modo, Hungria et al. (2010) verificou que a inoculação das sementes com *A. brasilense* associada à aplicação de 24 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na semeadura e 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio no florescimento proporcionou rendimento médio de 7.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Por outro lado, Mascarello & Junior (2015), ao estudarem a produtividade do milho, em função de doses de N em cobertura associadas ou não com a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* nas condições edafoclimáticas de Missal – PR, verificaram que a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* não influenciou na produtividade.

A maior tolerância do AG 1051, em condições adversas, pode ter sido oriunda dos caracteres de tolerância ao estresse, tais como uma maior taxa fotossintética, termo estabilidade de membrana e proteínas de choque térmico e, também de caracteres de escape, como a formação de um sistema radicular mais profundo e ramificado e depressão da temperatura do dossel (Wahid et al., 2007).

O estudo comparativo entre as épocas (10/07 e 01/08), para cada genótipo e em cada processo, revelou que o tratamento com a inoculação (C/A), apresentou diferença significativa apenas para a cultivar AG1051, apresentando maior produtividade na segunda época. Por outro lado, na primeira época os genótipos foram sempre superiores à segunda época, quando não houve inoculação das sementes (S/A). Nesta época, foi observada a ocorrência de temperaturas médias mais altas durante o desenvolvimento da planta (Figura 2), resultando em um aumento na respiração noturna, que levou à incrementos na manutenção das plantas e no consumo de fotoassimilados, reduzindo, assim, a assimilação líquida de carbono diária e, conseqüentemente, o desenvolvimento e a produtividade dos grãos (Souza & Barbosa, 2015).

## CONCLUSÃO

A inoculação com *Azospirillum brasilense* foi benéfica em condições adversas.

O genótipo AG 1051 apresentou-se como potencialmente superior quando inoculado sob condições de estresses.

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Elaboração do manuscrito, revisão de literatura, condução do experimento: Autor BAC, VCD, CMS e WFS; Orientação e análises estatísticas: JMP, GBS.

## CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declararam que não há conflito de interesse.



## FINANCIAMENTO

Os autores declararam que não houve financiamento para o desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, AT, Condé, ABT, Costa, RL, Pomela, AWV, Soares, AL, Martins, FAD, Lima, WT, Oliveira, CBD (2016). Produtividade de milho em função da redução do nitrogênio e da utilização de *Azospirillum brasilense*. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 15(2), 229-239. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n2p229-239>
- Bashan, Y., Holguin, G. Bashan, LE (2004). *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances. *Canadian Journal of Microbiology*, 50(1), 521-577. <http://dx.doi.org/10.1139/W04-035>
- Carvalho, EV, Afférri, FS, Peluzio, JM, Rotili, EA, Dotto, MA, Faria, LA (2016). Genetics parameters and association of NUE methods in maize under different nitrogen levels/Parâmetros genéticos e associação de metodologias de EUN no milho sob diferentes doses de nitrogênio. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 3(1), 36-41. <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v3i1.61>
- Coelho, FS, Verlengia, F (1973). Fertilidade do solo. São Paulo: ICEA, 384p.
- Cunha, FN, Silva, NF, Bastos, FJC, Carvalho, JJ, Moura, LMF, Teixeira, MB, Rocha, A.C, Souchie, EL. 2014. Efeito da *azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13(3), 261-272. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n3p261-272>
- Dartora, J, Guimarães, VF, Marini, D, Sander, G (2013). Nitrogen fertilization associated to inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Herbaspirillum seropedicae* in the maize. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(10), 1023–1029. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001000001>
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Caracterização territorial estratégica do MATOPIBA. 2015. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/gite/projetos/matobipa/150211\\_MATOPIBA\\_v3.0\\_website.pdf](https://www.embrapa.br/gite/projetos/matobipa/150211_MATOPIBA_v3.0_website.pdf)>. Acesso: 03 nov. 2018.
- Fancelli, AL, & Dourado Neto, D (2000). Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 360p.
- Faria, LA, Peluzio, JM, Afférri, FS, Carvalho, EV, Dotto, MA, Faria, EA (2015). Path analysis for growth and grain yield of corn genotypes under different nitrogen doses. *Journal of bioenergy and food science*, 2(1), 1-11. <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v2i1.13>
- Ferreira, DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(1), 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Galvão, JCC, Miranda, GC, Trogello, E, Fritsche-Neto, R (2015). Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. *Ceres*, 61(7), 819-828. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000007>

- Hungria, M, Campo, RJ, Souza, EM, Pedrosa, FO (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, 331(1), 413-425. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0>
- Mascarello, G, Junior, LAZ (2015). Produtividade de milho em resposta a doses de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. *Revista Cultivando o Saber*, 8(5) 48-55.
- Menezes, LFG, Ronsani, R, Pavinato, PS, Biesek, RR, Kruger da Silva, CE, Martinello, C, Silveira, MF (2013). Produção, valor nutricional e eficiências de recuperação e utilização do nitrogênio de silagens de milho sob diferentes doses de adubação nitrogenada. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(3), 1353-1362. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n3p1353>
- Morais, M, Amaral, HF, Nunes, MP (2018). Desenvolvimento e assimilação de nutrientes da cultura de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio e potássio. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, 34(especial), 160-176.
- Novakowisk, JH, Sandini, IE, Falbo, MK, Moraes, A, Novakowski, JH, Cheng, NC (2011). Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(1), 1687-1698. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32Suplp1687>
- Quadros, PD, Roesch, LFW, Silva, PRF, Vieira, VM, Roehrs, DD, Camargo, FAO (2014). Desempenho agrônomo a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. *Revista Ceres*, 61(2), 209-218. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000200008>
- Repke, RA, Cruz, SJS, Silva, CJ, Figueiredo, PG, Bicudo, SJ (2013). Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 12(3), 214-226. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p214-226>;
- Rodrigues, JD, Fioreze, SL (2015). Reguladores são, para muitos cultivos, indispensáveis ao alcance de bons níveis. *Visão Agrícola*, 13(1), 35-39.
- Santos, WF, Afférri, FS, Peluzio, JM (2015). Eficiência ao uso do nitrogênio e biodiversidade em genótipos de milho para teor de óleo. *Enciclopédia Biosfera*, 11(21), 2916-2925.
- Santos, WF, Afférri, FS, Pelúzio, JM, Sodré, LF, Reina, E, Pereira, JS (2017). Efficiency of nitrogen and genetic divergence in corn aiming for the production of protein. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 4(4), 135-144. <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v4i4.191>
- Santos, WF, Afférri, FS, Pelúzio, JM, Sodré, LF, Rotili, EA, Cerqueira, FB, Ferreira, TPS (2018). Genetic diversity in maize under nitrogen restriction conditions. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 5(2), 44-53. <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v5i2.190>
- Santos, WF, Peluzio, JM, Afférri, FS, Sodré, LF, Santos, DS, Farias, TCM (2014). Variabilidade genética e eficiência de uso do nitrogênio em populações de milho para teor de óleo. *Revista de Ciência Agrárias*, 57(3), 312-317. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.ao1358>
- Sologuren, L (2015). Demanda mundial cresce e brasil tem espaço para expandir produção. *Visão Agrícola*, 13(1), 8-13. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Importancia-artigo1.pdf](http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Importancia-artigo1.pdf)>. Acesso em: 04 nov. 2018.

- Souza, GM, Barbosa, AM (2015). Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. *Visão Agrícola*, 13(1), 30-34. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Fisiologia-artigo3.pdf](http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo3.pdf)>. Acesso em: 04 nov. 2018.
- Wahid, A, Gelani, S, Ashraf, M, Foolad, MR (2007). Heat tolerance in plants. An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 199-223. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.011>

