

## APLICAÇÃO DO ENRAIZADOR (*Azospirillum brasilense*) EM DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO

BATISTELA, Lucas Hespanhol<sup>1</sup>, BARBOSA, Rogerio Zanarde<sup>2</sup>

### RESUMO

O uso de inoculantes à base da bactéria *Azospirillum spp.* em gramíneas vem sendo estudado e está em crescente aumento, na tentativa de minimizar os efeitos causados pela adubação química de Nitrogênio. Essas bactérias são microrganismos fixadores de Nitrogênio atmosférico em vida livre, também chamados diazotróficos, que produzem substâncias promotoras de crescimento, atuando nas raízes das plantas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar e comparar o desempenho de diferentes híbridos de milho submetidos à inoculação (*Azospirillum brasilense*) de sementes na dose de 100 mL/ha e foi realizado em casa de vegetação no campus experimental das FIO – Faculdades Integradas de Ourinhos, no município de Ourinhos-SP. Foram testados três Híbridos de milho Dekalb<sup>®</sup>, DKB 290, DKB 285 e DKB 390, onde foram semeadas 4 sementes por saquinho no dia 03 de maio de 2016, sendo raleados 15 DAP e avaliados 40 DAP. O experimento foi conduzido utilizando-se 6 tratamentos com 10 repetições cada. Os parâmetros avaliados foram: altura de plantas (cm), diâmetro de caule (mm), comprimento de raízes (cm) e peso verde (g).

**Palavras chave:** Inoculante; milho; nitrogênio; raiz.

**Abstract:** The use of inoculants based on the bacterium *Azospirillum spp.* in grasses has been studied and is increasing, in an attempt to minimize the effects caused by the chemical fertilization of Nitrogen. These bacteria are free-living atmospheric Nitrogen-fixing microorganisms, also called diazotrophic, which produce growth-promoting substances, acting on the roots of plants. The objective of the present work was to evaluate and compare the performance of different maize hybrids submitted to inoculation (*Azospirillum brasilense*) of seeds at a dose of 100 mL / ha and was carried out in a greenhouse at the FIO - Faculdades Integradas de Ourinhos, in the municipality of Ourinhos-SP. Three Hybrids of Dekalb<sup>®</sup> corn, DKB 290, DKB 285 and DKB 390 were tested, where 4 seeds were sown per bag on May 03, 2016, with 15 DAP being thinned and 40 DAP were evaluated. The experiment was conducted using 6 treatments with 10 replicates each. The evaluated parameters were: plant height (cm), stem diameter (mm), root length (cm) and green weight (g).

**Keywords:** Corn; inoculant; nitrogen; root.

# 1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes que o Brasil tem nos solos brasileiros na época de safra e safrinha, com isso o milho se torna um dos cereais mais plantados e consumidos em todo mundo, seja na alimentação humana ou animal, pois possui ampla adaptação a diversos ambientes, alto potencial produtivo, uma composição química e valor nutritivo favoráveis ao seu uso. Devido a todas essas características esse cereal pode ser utilizado “in natura” ou como matéria prima para a indústria, para a produção de amido, óleo, farinha, glicose, produtos químicos, rações animais, etc (PINAZZA, 1993).

A porcentagem media do grão de milho, com base em seu peso seco é de 73% amido, 10% proteína, 4,0 a 4,8% lipídios, 15% água, além de açúcares, fibras, minerais e vitaminas conforme relata Mundstock e Bredemeier (2006).

O milho é uma cultura que pode realizar a semeadura com plantio direto ou convencional, o plantio direto é o mais recomendado pois conserva o solo e é mais barato do que o convencional. (Silva e Schipanski, 2006)

A cultura do milho, na maioria das vezes é comprometida por problemas de estresse ambiental, os quais se destacam principalmente a baixa fertilidade dos solos, relacionada, na maioria das vezes com a deficiência de nitrogênio, essa deficiência pode reduzir o rendimento dos grãos entre 14 e 80% (FANCELLI, 2003).

Muitos produtores não conseguem atingir altas produtividades de milho, pois não realizam os procedimentos adequados como; adubações, tratamento de sementes, pulverizações contra pragas e doenças. Esses produtores que não praticam essas atividades estão fazendo o manejo errado, pois hoje temos um leque de tecnologias para serem utilizadas na cultura do milho, sem contar que é uma cultura que traz vários benefícios para o solo (palhada que faz a cobertura no solo entre a colheita do milho até o plantio da soja (PINAZZA, 1993).

O Nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido pela cultura do milho, sendo responsável pela produtividade de grãos, além disso, é o que mais altera no custo de produção. A utilização do N também pode causar prejuízos ambientais, pois apresenta elevado custo energético para ser produzido e por ser capaz de contaminar águas

superficiais e subterrâneas por nitrato, devido a perdas por erosão e lixiviação (SIMS *et al.*, 1998).

Apesar de não serem expressivas as exigências nutricionais nos estádios iniciais da cultura, elevados teores de nitrogênio, na zona radicular, são benéficos na promoção de um maior potencial e desempenho da planta (Mengel & Barber, 1974; Varvel *et al.*, 1997).

O N possui um papel de extrema importância no metabolismo das plantas por participar diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas (ANDRADE *et al.*, 2003). Segundo Kappes *et al.* (2009), é necessário procurar técnicas e metodologias que permitam a redução das perdas, para que assim se possa aumentar a eficiência da adubação nitrogenada e, conseqüentemente, a produtividade da cultura.

Segundo Magalhães e Durães, (2007) após efetuada a semeadura do milho, em condições normais de campo, a semente embebe água e começa a se desenvolver, sendo a radícula o primeiro órgão a se alongar, com essa citação podemos perceber que o uso de um bom enraizador é sinal de sucesso para a produtividade das plantas de milho, pois se a planta não estiver com uma boa radícula a passagem de água a planta pode não ter um bom desenvolvimento.

Muitos produtores realizam o plantio do milho para fazer silagem com a finalidade do consumo animal, e com isso o uso do enraizador (*Azospirillum brasilense*) é de extrema importância para que as plantas de milho tenham um bom sistema radicular e sucessivamente ter folhas, caule, grão de boa qualidade, e com a junção desses fatores serem produzidos com uma excelente qualidade a silagem será ideal para que os animais possam comer bem e ter um ótimo rendimento. O principal efeito dessas bactérias é o crescimento radicular das plantas, através da produção de substâncias promotoras de crescimento (OKON & LABANDERA-GONZALEZ, 1994).

A bactéria possui muitos benefícios como inoculante, pois é endofítica, ou seja, penetra na raiz das plantas; apresenta antagonismo a agentes patogênicos; produz fitormônios; não é muito sensível às variações de temperatura e ocorre em todos os tipos de solo e clima (CARDOSO, 2008).

Os trabalhos utilizando inoculantes com bactérias *Azospirillum spp.* são muito recentes, sendo assim, ainda não se tem conhecimento de todos os efeitos e modificações que esta técnica pode causar nos diferentes híbridos de milho disponíveis no mercado (REIS JUNIOR *et al.*, 2008). Segundo Cardoso (2008), estão sendo

realizadas várias pesquisas pretendendo verificar as potencialidades da utilização do *Azospirillum spp.*

Segundo Cavalett et al. (2000), o efeito da bactéria *Azospirillum spp.* no desenvolvimento de gramíneas em geral, tem sido pesquisado recentemente, não somente quanto ao rendimento das culturas, mas também com relação às causas fisiológicas que, provavelmente, estão relacionadas ao aumento desse rendimento.

A grande importância da fixação biológica do N em gramíneas está relacionada à maior facilidade de aproveitamento de água das mesmas em relação às leguminosas, devido a maior efetividade fotossintética. As gramíneas apresentam um sistema radicular fasciculado, que é uma vantagem em relação ao sistema pivotante das leguminosas para aproveitamento de água e nutrientes do solo; e devido as gramíneas serem mais utilizadas como alimento pelo homem. Por isso, mesmo que somente uma parte do nitrogênio pudesse ser fornecida pela inoculação com bactérias fixadoras, a economia em adubos nitrogenados seria igual ou superior comparando-se com as leguminosas que podem ser autossuficientes em nitrogênio (DÖBEREINER, 1992).

De acordo com resultados obtidos por Cavallet *et al.* (2000), a inoculação de *Azospirillum spp.* não apresentou diferenças estatísticas, apesar de ter um pequeno acréscimo na produção comparando-o com a testemunha, que não recebeu nenhum tipo de adubação nitrogenada.

Portanto, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar e comparar o efeito do inoculante (*Azospirillum brasilense*) entre os diferentes híbridos de milho.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no período de maio de 2016 a junho de 2016, no campo experimental das Faculdades Integradas de Ourinhos (FIO), localizada na cidade de Ourinhos-SP, Rodovia BR 153, Km 338+420m, Bairro Água do Cateto, que está a 22°58'44'' de latitude e - 49°52'14'' de longitude, em uma altitude de 483 metros em relação ao nível do mar.

Foram testados três diferentes Híbridos de milho, DEKALB®: DKB 290, DKB 285 e DKB 390 inoculados com *Azospirillum brasilense* (estirpes AbV5 e AbV6) com concentração de  $2,0 \times 10^8$  células viáveis por mL, na dose de 100 ml . ha<sup>-1</sup> e os mesmos três Híbridos não inoculados (testemunhas), totalizando em 6 tratamentos com 10 repetições cada em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

O experimento foi realizado em saquinhos de mudas de 7 litros, preenchidos com latossolo roxo em camada de solo de 0-20 cm, as sementes dos Híbridos foram plantadas no dia 03 de maio de 2016, sendo 4 sementes por saquinho que foram raleadas 15 dias após o plantio, deixando-se apenas a semente mais vigorosa, e a avaliação foi realizada 40 DAP. Os parâmetros avaliados foram Altura de plantas (cm), Comprimento de raízes (cm) e Diâmetro de caules (cm) e peso verde (g). Para esta avaliação foram utilizados os seguintes instrumentos: fita métrica, paquímetro e régua.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela abaixo mostra os resultados que foram obtidos no experimento após 40 dias após a emergência, sendo tratados e manejados todos do mesmo jeito. De acordo com os valores da tabela foi realizada a estatística e montado os gráficos.

Análise de Variância	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Raiz (cm)	Peso Verde (g)
GL Resíduo	54	54	54	54
F Tratamentos	20,35**	25,04**	2,80*	17,08**
Média Geral	29,19	3,57	68,93	6,48
390 T	30,09 a	3,40 b	70,85 a	6,20 b
390 I	30,50 a	2,97 b	64,72 a	5,90 b
285 T	25,49 b	3,03 b	63,19 a	4,30 b
285 I	23,66 b	3,00 b	65,71 a	4,50 b
290 T	32,16 a	4,39 a	75,94 a	8,80 a
290 I	33,15 a	4,64 a	73,19 a	9,20 a
CV (%)	9,08	13,29	14,08	24,68
Desvio Padrão	2,65	0,47	9,71	1,60

**Tabela 1- Resultados obtidos após avaliação.**

De acordo com a análise do teste de Tukey (Tabela 1) e os gráficos (Gráfico 1, 2, 3 e 4) podemos ver que o híbrido que mais se destacou no quesito altura foi o 290 + inoculante, e o que menos se destacou foi o 285 + inoculante.

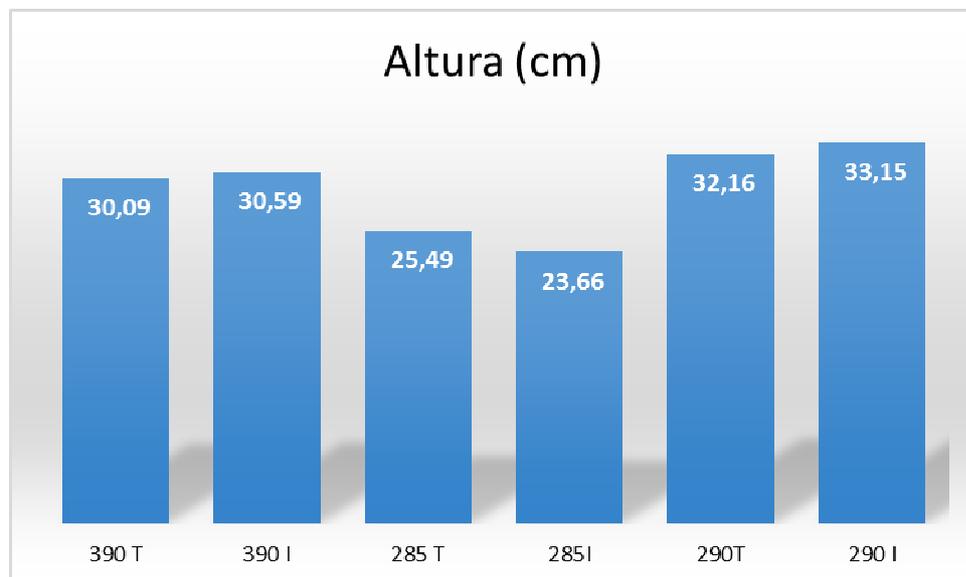
Segundo os estudos do teste de Tukey e o gráfico podemos ver que o híbrido que mais se destacou no quesito diâmetro foi o 290 + inoculante, e o que menos se destacou foi o 390 + inoculante.

Em relação a análise do teste de Tukey e o gráfico podemos ver que o híbrido que mais se destacou no quesito raiz foi o 290 Testemunha, e o que menos se destacou foi o 285 Testemunha.

De acordo com a análise do teste de Tukey e o gráfico podemos ver que o híbrido que mais se destacou no quesito peso verde foi o 290 + inoculante, e o que menos se destacou foi o 285 Testemunha.

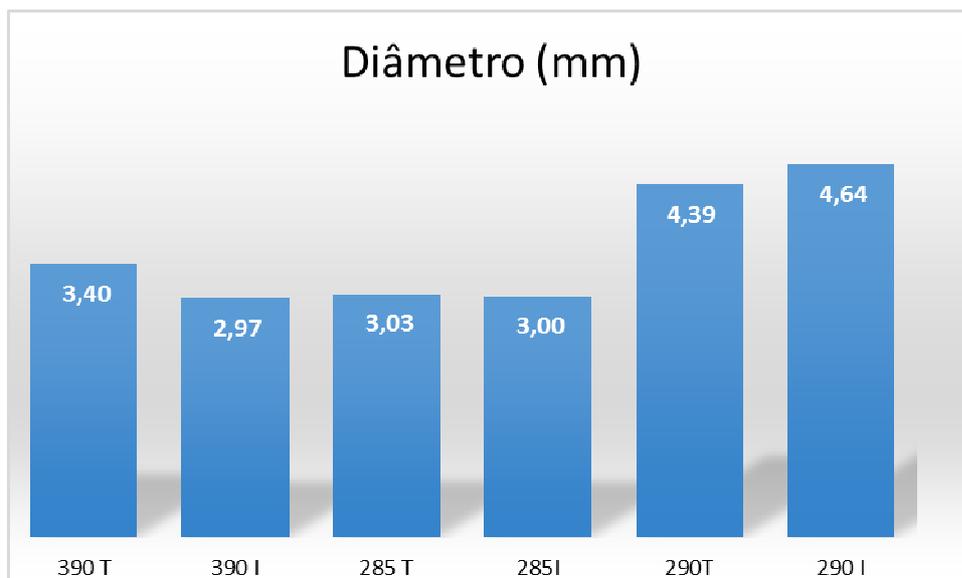
Segundo Reis (2007), as variações de resultados de trabalhos com *Azospirillum* spp. estão relacionadas a condições edafoclimáticas e interações com a biota do solo, além de outros fatores ligados à essa bactéria, tais como, o número ideal de células por semente e a fisiologia da semente.

Quando os estudos relacionados a associações entre plantas e bactérias *Azospirillum* se iniciaram, acreditava-se que os benefícios alcançados eram principalmente derivados da fixação biológica de nitrogênio (DOBBELAERE *et al.*, 2001).



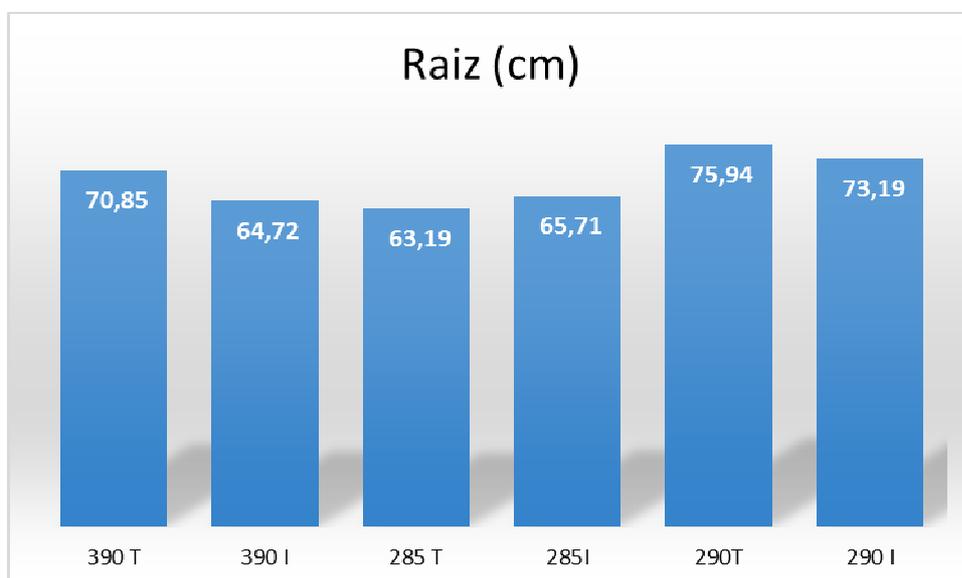
**Figura 1- Altura de plantas (cm)**

Como podemos observar o gráfico acima nos mostra a importância de usarmos o inoculante pois o híbrido que mais se destacou foi o 290 + inoculante.



**Figura 2- Diâmetro (mm)**

Analisando o gráfico 2 (Diâmetro), podemos observar mais uma vez o híbrido que recebeu a dose de inoculante se destacou mais uma vez entre os outros híbridos testados, sendo ele o 290 + inoculante.



**Figura 3- Raiz (cm)**

No gráfico 3 (Raiz) o uso do inoculante não se destacou tanto como alguns resultados acima, pois o híbrido que obteve maior comprimento de raiz foi o 290 testemunha, mas teve resultados bem próximos ao 290 inoculante que teve a raiz com 75,94 cm de comprimento.



**Figura 4- Peso verde (g)**

Por fim o gráfico 4 (Peso verde) foi o que teve maior diferença entre os híbridos testados, e mais uma vez o híbrido que pesou mais foi o 290 + inoculante

### **3. CONCLUSÃO**

Pode-se concluir com a realização deste experimento, que a inoculação de sementes realmente apresentou melhorias no desenvolvimento desses híbridos testados, porém não em todos os parâmetros como; altura de plantas (cm), diâmetro (mm), raiz (cm) e peso verde (g).

Economicamente falando, os resultados obtidos não apresentam vantagens em relação ao uso do inoculante utilizado.

### **4. REFERÊNCIAS**

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). Ciência e Agrotecnologia, Lavras, 2003. Edição especial.

CARDOSO, I. C. M. Ocorrência e Diversidade de Bactérias Endofíticas do Gênero *Azospirillum* na Cultura do Arroz Irrigado em Santa Catarina. 2008. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo), Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, SC.

CAVALLET, L. E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2000.

DIDONET, A. D. et al. Acúmulo de Nitrogênio e de Massa Seca em Plantas de Trigo Inoculadas com *Azospirillum brasiliense*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 1996. Disponível em: '<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/ecofisiologia.htm>'. Acesso em: 29 agosto.2017.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S. & OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. *Aust. J. Plant Physiol.*, 2001.

DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas. In: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M., NEVES, M.C.P. *Microbiologia do Solo*. Campinas: SBCS, 1992.

FANCELLI, A.L. Milho: ambiente e produtividade. In: FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D., eds. *Milho: Estratégias de manejo para alta produtividade*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 2009.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. *Cultivo do Milho*. EMBRAPA, 3ª Edição, setembro/2007.

MENGEL, D.B. & BARBER, S.A. Rate of nutrient uptake per unit of corn root under field conditions. *Agron. J.*, 1974.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. *Qualidade de grãos de milho*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2006. 112 p.

OKON, Y., LABANDERA-GONZALEZ, C.A. *Agronomic applications of Azospirillum; an evaluation of 20 years worldwide field inoculation*. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.26, 1994.

PINAZZA, L. A. Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. *Cultura do Milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 1 - 10

PINAZZA, L. A. Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: BÜLL, L.

REIS JUNIOR, F. B. et al. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois enótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Brasília, v. 32, p. 1139–1146, 2008.

REIS JUNIOR, F. B. et al. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Brasília, 2008.

REIS, V. M. *Uso de Bactérias Fixadoras de Nitrogênio como Inoculantes para Aplicação em Gramíneas*. Embrapa Agrobiologia. Seropédica, RJ, 2007.

SILVA, O.C.; SCHIPANSKI, C.A. *Manual de identificação e manejo de doenças do MILHO*. Castro - PR, 2006. 97p.

SIMS, A.L.; SCHEPERS, J.S.; OLSON, R.A. & POWER, and J.F. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-till and conventional till: tillage and surface-residue variables. *Agron. J.*, 1998.