

## O USO DO *AZOSPIRILLUM* NA CULTURA DO MILHO COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

SILVA, Marco Antônio Pedroso; SANTOS, Lilian Pires dos Santos; RODRIGUES, Maicon Almeida; CESAR, Stéphanie Andressa Bilatto Mariano

### RESUMO

A cultura do milho demanda uma grande quantidade de nutrientes, e a principal limitação para alcançar altos rendimentos está relacionada ao uso e manejo da adubação nitrogenada. Por este motivo, é necessário estudar alternativas como a fixação biológica de nitrogênio em gramíneas, que ocorre por bactérias diazotróficas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos do crescimento do milho em função da cultivar utilizada em diferentes doses de nitrogênio por hectare, com inoculação à base de *Azospirillum brasilense*. O experimento foi conduzido na fazenda Pirituba no município de Itaberá/SP, para avaliar o desempenho agrônomo da cultura do milho (*Zea mays* L.) de segunda safra. Cultivada em Latossolo Vermelho Distrófico, o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4 (tratamentos e repetições), correspondente a cinco níveis de aplicação de nitrogênio, sendo T<sub>1</sub>: testemunha sem cobertura, T<sub>2</sub>: 40 Kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup>, T<sub>3</sub>: 80 Kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup>, T<sub>4</sub>: 120 Kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup> e T<sub>5</sub>: 160 Kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup>, com quatro repetições cada. A variedade do híbrido de milho utilizado foi P4285YH da empresa DuPont Pioneer.

Palavras-chave: campo, commodity, Döbereiner, produtividade

### ABSTRACT

The corn crop demands a great amount of nutrients, and the main limitation to reach high yields is related to the use and management of nitrogen fertilization. For this reason, it is necessary to study alternatives such as biological fixation of nitrogen in grasses, which occurs by diazotrophic bacteria. The objective of this work is to evaluate the effects of maize growth as

a function of the cultivar used in different doses of nitrogen per hectare, with inoculation based on *Azospirillum brasilense*. The experiment was conducted at the Pirituba farm in the city of Itaberá / SP, to evaluate the agronomic performance of maize (*Zea mays* L.) from the second crop. The experimental design was a randomized complete block design, in a 5 x 4 factorial scheme (treatments and replicates), corresponding to five levels of nitrogen application: T1: uncovered control, T2: 40 kg of nitrogen ha<sup>-1</sup>, T3: 80 kg of nitrogen ha<sup>-1</sup>, T4: 120 kg of nitrogen ha<sup>-1</sup> and T5: 160 kg of nitrogen ha<sup>-1</sup>, with four replicates each. The variety of corn hybrid used was P4285YH from DuPont Pioneer.

Keywords: field, commodity, Döbereiner, productivity

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), é um dos principais produtos agrícolas, seu nome de origem indígena caribenha significava “sustento da vida”, também chamado de abati, auati e avati (cabelos louros, como o milho), língua Tupí Guarani, é conhecido como o cereal mais cultivado em grande parte do mundo. O milho esteve presente na alimentação de grandes civilizações ao longo dos séculos; Olmecas, Maias, Astecas e Incas reverenciavam o cereal na arte e religião.

De acordo com evidências científicas os primeiros registros do cultivo do milho começou cerca de 7.300 a 12.000 anos, levando assim a acreditar que seja uma planta de origem mexicana, onde começou sua domesticação na parte central do México. No Brasil, o milho já era cultivado pelos povos indígenas, em destaque os índios Guaranis, muito antes da chegada dos portugueses, pois tinham o cereal como a principal fonte alimentícia de sua dieta.

O cereal é um dos alimentos mais nutritivos que existem, em sua composição possui quase todos os aminoácidos conhecidos, com exceções a lisina e o triptofano; sendo assim o alimento mais utilizado para alimentação do ser humano e para ração animal, exatamente pelas suas qualidades nutricionais.

Na classificação botânica, o milho pertence à ordem Gramineae, família Poaceae, tribu Maydeae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L., é uma das plantas cultivadas de maior interesse, quanto à sua origem, estrutura e variação, sua adaptabilidade referente ao seu cultivo é possível desde o Equador até ao limite das terras temperadas e desde o nível do mar até altitudes superiores a 3.600 metros, esse ajuste, por causa dos genótipos variados, é paralela à variedade de sua utilização como alimento, forragem ou para indústria. Podemos encontrar ele, em climas tropicais, subtropicais e temperados.

O milho é uma das mais eficientes plantas armazenadoras de energia existentes na natureza. De uma semente que pesa pouco mais de 0,3g irá surgir uma planta geralmente com mais de 2,0 m de altura, isto dentro de um espaço de tempo de cerca de nove semanas. Nos meses seguintes, essa planta produz cerca de 600 a 1.000 sementes similares àquela da qual se originou (ALDRICH et. al., 1982).

A cultura do milho encontra-se amplamente disseminada no Brasil, e ocupa posição de destaque entre as atividades agropecuárias, superado apenas pela soja. Pela tradição do cultivo desse cereal pelos agricultores brasileiros, ele é, ao mesmo tempo, importante fonte de renda para os agricultores e destacado insumo (matéria-prima) para os criadores de aves, suínos, bovinos e outros animais, pois compõe parcela majoritária das rações.

Para que a produtividade agrícola do milho, seja de forma grandiosa a suprir várias demandas que seus grãos são utilizados, é necessário avanços científicos nos estudos do suprimento das carências nutricionais, tanto no fornecimento mineral como no uso de bactérias promotoras de crescimento, conhecer esse fator essencial das limitações nutricionais é de extrema relevância para a ciência e para a agricultura.

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) correspondem a um grupo de microrganismos benéficos às plantas devido à capacidade de colonizar a superfície das raízes, rizosfera, filosfera e tecidos internos das plantas (DAVISON, 1988; KLOEPPEr et al., 1989).

As BPCP podem estimular o crescimento das plantas por diversas maneiras, sendo as mais relevantes: capacidade de fixação biológica de nitrogênio (Huergo et al., 2008); aumento na atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas (Cassán et al., 2008); produção de hormônios como auxinas, citocininas (Tien et al., 1979), giberilinas (Bottini et al., 1989), etileno (Strzelczyk et al., 1994) e uma variedade de outras moléculas (Perrig et al., 2007); solubilização de fosfato (Rodriguez et al., 2004); e por atuarem como agente de controle biológico de patógenos (Correa et al., 2008). Em geral, acredita-se que as BPCP beneficiam o crescimento das plantas por uma combinação de todos esses mecanismos (DOBBELAERE et al., 2003).

Bactérias do gênero *Azospirillum* ganharam grande destaque mundialmente a partir da década de 1970 (DÖBEREINER & DAY, 1976; DÖBEREINER et al., 1976), com a descoberta pela pesquisadora da Embrapa, Dra. Johanna Döbereiner (1924-2000), da capacidade de fixação biológica do nitrogênio dessas bactérias quando em associação com gramíneas. A propriedade de fixar nitrogênio em vida livre foi responsável pela mudança no nome do gênero *Spirillum* (TARRAND et al., 1978), sendo adicionado o prefixo “azo”, alusivo ao nome utilizado por Lavoisier para denominar o elemento nitrogênio. É curioso mencionar que a palavra “azote” foi dada por Lavoisier por considerar o nitrogênio como um elemento tão inerte que seria “impróprio para manter a vida”. Hoje, porém, sabe-se que o nitrogênio é a base de toda a vida do planeta, por ser constituinte fundamental dos ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas.

Entre os micro-organismos simbióticos que fixam nitrogênio associados com raízes de plantas, podem ser citados os do gênero *Rhizobium* (que coloniza nódulos de raízes de leguminosas), do gênero *Frankia* (presente nos nódulos de raízes de não leguminosas) e a espécie *Azotobacter paspali* (na gramínea *Paspalum notatum*) (SELDIN, 1982). Além destes, Radwan et al. (2004) destacam as espécies do gênero *Azospirillum*.

A extensão da FBN às gramíneas representa um dos maiores desafios da pesquisa em biologia do solo. As gramíneas não formam nódulos com bactérias

fixadoras de N<sup>2</sup> como as leguminosas. O estudo de bactérias fixadoras de N associadas com gramíneas é novo, como exemplo a fixação de N em *Paspalum notatum* foi determinada em 1977 e estimada em 40 kg/ha/ano, suficiente para manter essa espécie o ano inteiro sem adição de fertilizantes nitrogenados (DÖBEREINER, 1992).

A cultura do milho demanda uma grande quantidade de nutrientes, e a principal limitação para alcançar altos rendimentos está relacionada ao uso e manejo da adubação nitrogenada. Por este motivo, é necessário estudar alternativas como a fixação biológica de nitrogênio em gramíneas, que ocorre por bactérias diazotróficas.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônômico em campo do milho de segunda safra, com diferentes doses de aplicação de cobertura nitrogenada.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Pirituba no município de Itaberá, que se encontra na região sudoeste do Estado de São Paulo, localizada à latitude 23°56'19" sul e à longitude 49°01'06" oeste, estando à altitude de 665 metros do nível do mar. O clima característico da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo CFA, ou seja, clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes. O experimento foi instalado no dia 03 de fevereiro de 2017, utilizando-se a cultivar de milho híbrido P4285YH da empresa DuPont Pioneer, que apresenta ciclo precoce, alta estabilidade e elevada capacidade de adaptação para a safrinha.

A classificação do solo, onde o experimento foi instalado, Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999). A instalação do experimento foi realizada no sistema de plantio direto em sequeiro.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4 (tratamentos e repetições), correspondente a cinco níveis de aplicação

de nitrogênio. Nas parcelas foram adotados o espaçamento entrelinhas de 0,50m, com densidade populacional de aproximadamente 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos, onde foram aplicados a adubação de base e respectivamente de cobertura são:

Tratamento 1 (T1) - Testemunha base: 26 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrogênio) de adubação de base e sem cobertura.

Tratamento 2 (T2) - Adubação base: 26 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrogênio) e em cobertura 14 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizado como fonte úreia protegida 45-00-00.

Tratamento 3 (T3) - Adubação base: 26 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrogênio) e em cobertura 54 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizado como fonte úreia protegida 45-00-00.

Tratamento 4 (T4) - Adubação base: 26 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrogênio) e em cobertura 94 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizado como fonte úreia protegida 45-00-00.

Tratamento 5 (T5) - Adubação base: 26 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrogênio) e em cobertura 134 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizado como fonte úreia protegida 45-00-00.

Combinados com a inoculação da bactéria do gênero *Azospirillum brasilense*, as adubações de N (nitrogênio) foram calculadas com base nas recomendações para a região (EMBRAPA, 2009) e para cada 20 kg de milho foi usado 100 ml de *A. brasilense*. Plantio foi realizado com 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 13-33-00 mais cobertura de KCl (cloreto de potássio) 100 kg ha<sup>-1</sup>.

As parcelas foram constituídas de quatro repetições, com seis metros de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,50m, com densidade populacional de aproximadamente 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise estatísticas referente as características agronômicas e a produtividade tiveram influências através da adubação nitrogenada em cobertura (Tabela1), assim sendo, o máximo rendimento foi obtido com os usos de 84 kg ha<sup>-1</sup> e 134 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que se refletiu em ganhos de produtividade.

Dentre as funções, o nitrogênio tem importância no metabolismo da planta, conforme Sangoi et al. (2008) esse elemento participa de várias rotas metabólicas de suma importância às plantas, e segundo Vieira et al. (1995) da síntese de proteínas.

É constituinte de biomoléculas como ATP, NADH, NADPH, proteínas de armazenamento, ácidos nucleicos e enzimas (HARPER, 1994), constituinte das moléculas citocromos, e clorofila (BULL, 1993). Isso mostra que o nitrogênio está correlacionado diretamente com o desenvolvimento vegetal e produtividade.

Dentre as principais culturas de interesse agrônomo, o milho expressa dependência nutricional, principalmente de nitrogênio (CANCELLIER 2011).

Podemos observar (Tabela 2), que o tratamento 1, referente a testemunha, teve um baixo rendimento produtivo quanto as sacas por hectare, pois a mesma somente teve aplicação de adubação nitrogenada em base e sem nenhuma em cobertura, e sabendo da importância de tal nutriente, fica em evidência o motivo pela baixa produtividade em relação aos demais tratamentos.

Em campo, podemos ver a satisfação da aplicação referente aos tratamentos T3 e T5 em quantidades em  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, sendo evidente sua predominância (Tabela 3), em relação as demais doses aplicadas de  $\text{N ha}^{-1}$ . Vale ressaltar também que a dosagem do tratamento T4, obteve uma alta produtividade em campo, sendo satisfatória sua adubação nitrogenada.

**Tabela 1.** Características dos tratamentos usados no experimento

Tratamentos	ADUBAÇÃO		
	Plantio $\text{ha}^{-1}$	Base $\text{ha}^{-1}$	Cobertura $\text{ha}^{-1}$
T1	200 kg 13.33.00 + KCl 100 kg	26 kg de N	0
T2	200 kg 13.33.00 + KCl 100 kg	26 kg de N	14 kg de N



T3	200 kg 13.33.00 + KCl 100 kg	26 kg de N	54 kg de N
T4	200 kg 13.33.00 + KCl 100 kg	26 kg de N	94 kg de N
T5	200 kg 13.33.00 + KCl 100 kg	26 kg de N	134 kg de N

**Tabela 2.** Resultados da produtividade agrônômica em sacas por hectare

RESULTADOS DAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS						
Tratamentos	Dosagem de Nitrogênio	Dosagem de cobertura (kg de N)	Custo/ha <sup>-1</sup> (R\$)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Preço Milho ( R\$ 20,00/sc)	Receita Líquida
T1	0	0	0	123,75	2.475,00	2.475,00
T2	40	14	37,38	133,01	2.660,20	2.622,82
T3	80	54	144,17	141,46	2.829,20	2.685,02
T4	120	94	250,98	140,09	2.801,80	2.550,82
T5	160	134	357,78	150,37	3.007,40	2.649,62

**Tabela 3.** Análise das diferenças das doses de N em cobertura

RENDIMENTOS DO GRÃOS DO MILHO	
Tratamentos	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )
	6.687c





Tratamento 2 (T2)	7.182b
Tratamento 3 (T3)	7.641a
Tratamento 4 (T4)	7.569ab
Tratamento 5 (T5)	8.118a
Cv (%)	3,22

As médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

#### 4. CONCLUSÃO

Em referência aos dados, pode-se concluir que o melhor desempenho em produtividade foi conseguido com os tratamentos T3 (Adubação base: 26 kg ha<sup>-1</sup> de N e em cobertura 54 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizado como fonte úreia protegida 45-00-0) e T5 (Adubação Base: 26 kg ha<sup>-1</sup> de N e em cobertura 134 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizado como fonte úreia protegida 45-00-00).

#### 5. REFERÊNCIAS

Aritana. **A Origem do Milho.** Disponível em: <<http://arritana.com.br/curiosidades/a-origem-do-milho/>>. Acesso em: 18 de agosto, 2017.

Aprosoja. **A História do Milho, no Mundo.** Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-do-milho/>>. Acesso em: 18 de agosto de, 2017.

Canal Rural. **Origem do Cultivo do Miho Remonta ao México de 8,7 mil anos atrás.** Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/origem-cultivo-milho-remonta-mexico-mil-anos-atras-47352>>. Acesso em: 18 de agosto, 2017.

Biografias e Curiosidades. **Milho: A história desse curioso cereal.** Disponível em: <<http://biografiaecuriosidade.blogspot.com.br/2013/07/milho-historia-desse-curioso-cereal.html>>. Acesso em: 20 de agosto, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (EMBRAPA). **Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo** Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/doc325.pdf>>. Acesso em: 20 de agosto, 2017.

Agricultura em foco. **Bactérias Promotoras de Crescimento em Plantas.** Disponível em: <<http://agriculturainfoco.blogspot.com.br/2012/04/bacterias-promotoras-de-crescimento-em.html>>. Acesso em: 07 de setembro, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (EMBRAPA). **Árvore do Conhecimento: Milho.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html)>. Acesso em: 07 de setembro, 2017.

Notícias Agrícolas. **Milho é uma das principais fontes de alimento do brasileiro com importância estratégica no agronegócio.** Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/milho/173865-milho-e-uma-das-principais-fontes-de-alimento-do-brasileiro-com-importancia-estrategica-no-agronegocio.html#.WTatkGjyvlU>>. Acesso em: 07 de setembro, 2017.

**Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônômico de milho pipoca.** Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/brag/v75n1/pt\\_0006-8705-brag-1678-4499330.pdf](http://www.scielo.br/pdf/brag/v75n1/pt_0006-8705-brag-1678-4499330.pdf)>. Acesso em: 17 de setembro, 2017.

**Estudos experimentais sobre a origem do milho.** Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/aesalq/article/download/55145/58776>>. Acesso em: 17 de setembro, 2017.

GONÇALVES, G. M. B. **Desempenho Agrônômico e Adaptativo e Divergência Genética De Populações De Milho Local Derivadas De Mpa1 Em Processo De Melhoramento Genético.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/104407/Gabriel%20Moreno>>

%20Bernardo%20Gon%C3%A7alves.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 de setembro, 2017

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro, 2017.

RIBEIRO, E. F. **Relatório De Estágio Supervisionado: Efeito Das Operações Fitossanitárias No Custo De Produção Na Cultura Do Milho (Zea Mays L.)**. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/7707/1/2013\\_ElviraFranciscoRibeiro.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/7707/1/2013_ElviraFranciscoRibeiro.pdf)>. Acesso em: 24 de setembro, 2017.