

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
*CAMPUS CURITIBANOS*  
LUIZ VINICIUS FIGUEROA

**DESEMPENHO DO MILHO CULTIVADO SOB SISTEMA DE PLANTIO  
DIRETO COM ADUBAÇÃO NITROGENADA E USO DE INOCULANTE**

Curitibanos  
2016

**LUIZ VINICIUS FIGUEROA**

**DESEMPENHO DO MILHO CULTIVADO SOB SISTEMA DE PLANTIO  
DIRETO COM ADUBAÇÃO NITROGENADA E USO DE INOCULANTE**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia, do *Campus* Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva

Curitibanos  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Figueroa, Luiz Vinicius  
DESEMPENHO DO MILHO CULTIVADO SOB SISTEMA DE PLANTIO  
DIRETO COM ADUBAÇÃO NITROGENADA E USO DE INOCULANTE / Luiz  
Vinicius Figueroa ; orientador, Jonatas Thiago Piva -  
Curitibanos, SC, 2016.  
29 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Câmpus  
Curitibanos. Graduação em Agronomia.

Inclui referências

1. Agronomia. I. Piva, Jonatas Thiago . II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO CURITIBANOS**  
**Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia**  
Rodovia Ulisses Góes, km3 – Zona Rural – CEP: 89520-000 – Curitiba/SC  
CEP 89520-000 – Curitiba – SC  
TELEFONE: (48) 3721-4168 Email: agronomia.cbs@contato.ufsc.br

Luiz Vinicius Figueroa

**DESEMPENHO DO MILHO CULTIVADO SOB SISTEMA DE PLANTIO  
DIRETO COM ADUBAÇÃO NITROGENADA E USO DE INOCULANTE**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo em sua forma final pelo curso de Graduação em Agronomia

Curitiba-SC, 17 de novembro de 2016

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze  
Coordenador do Curso de Agronomia UFSC – Curitiba

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva  
Presidente da Banca

Prof. Dra. Ana Carolina da Costa Lara Fioreze  
Membro da banca

Eng. Agrônomo Guilherme Seiki Iwasaki  
Membro da banca

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família em especial meus pais Luiz Antonio Figueroa e Rosane de Fátima Alves Figueroa que sempre me apoiaram e estiveram sempre presentes nos momentos bons e difíceis da minha vida, pelos ensinamentos e confiança.

Aos mestres e demais servidores da UFSC, os que vieram e passaram e aos que vieram e ficaram pela competência dos mesmos em participar do meu profissionalismo. Em especial ao meu caríssimo orientador prof. Dr. Jonatas Thiago Piva pela parceria de quatro anos e meio na pesquisa e pelo ensinamento que me proporcionou e pela amizade.

Em especial também à minha namorada Morgana Dayane Grobe, pela ajuda que sempre esteve disposta em me ajudá-lo, pelo apoio e incentivo que me forneceu, principalmente nas horas mais difíceis. Fazendo com que nunca me desanimasse e seguisse em busca do sucesso.

As amizades adquiridas nesta trajetória e por todos os momentos compartilhados. Momentos estes que ficaram guardados de recordação.

Agradeço imensamente ao Grupo de Pesquisa em Manejo e Fertilidade do Solo pela ajuda na condução desse trabalho e pelo ensinamento adquirido em trabalhar em grupo.

E o mais importante de tudo e todos: DEUS!!! Obrigado, pela chance de acordar cada dia, para que eu seja uma pessoa melhor. E assim será. Amém!

A todos vocês, muito obrigado!

## **Desempenho do milho cultivado sob sistema de plantio direto com adubação nitrogenada e uso de inoculante**

**Luiz Vinicius Figueroa**

### **Resumo**

O milho é um dos cereais mais utilizados em todo o mundo, seu uso serve tanto para alimentação humana ou animal. Algumas projeções revelam que haverá um aumento da população mundial, o que obrigará o aumento da produção de alimentos, principalmente no Brasil. Contudo, para se alcançar produtividades elevadas, a cultura do milho exige maiores teores de nitrogênio (N). Assim, a inoculação com o *Azospirillum brasilense* é uma alternativa a ser usada para suprir a necessidade de N as gramíneas. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta morfológica e produtiva da cultura do milho com o uso de *A. brasilense* e doses de N, nas safras (2013/2014); (2014/2015). O experimento foi conduzido na área experimental da UFSC campus de Curitibanos, sob um Cambissolo Haplico de textura argilosa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial com parcelas subdivididas. A parcela principal foi composta com e sem o uso do inoculante na semente. As subparcelas foram compostas de diferentes doses de N, 0, 75; 150; 300; kg de N ha<sup>-1</sup>. A semeadura do milho ocorreu nos meses de outubro de 2013 e 2014, em sistema de plantio direto. As avaliações de produtividade e componentes morfológicos foram realizadas em pleno florescimento e após a colheita do milho. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando não ocorreu interação foram analisados separadamente, onde para inoculação as medias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% e as doses foram aplicadas a regressão. Para o tratamento doses de N, observou-se um incremento gradual na produtividade conforme o aumento das doses utilizadas. Para o uso ou não de inoculante, somente para a variável número de grãos por fileira na safra 2014/2015 ocorreu diferença significativa, e para as demais variáveis não foi observada significância nas duas safras. O inoculante utilizado não resultou em aumento nos índices produtivos do milho, provavelmente devido alguns fatores que afetaram a eficácia das bactérias. A cultura do milho teve resposta linear positiva a aplicação de doses de N chegando a produtividades superiores a 14000 kg de milho nas duas safras.

**Palavras chave:** *Zea mays*. Fixação biológica. Plantio direto.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>24</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) é uma das mais difundidas em todo o mundo, no qual o Brasil possui uma produtividade média de  $5.255 \text{ kg ha}^{-1}$ , correspondendo a 40% de toda a produção de grãos (CONAB, 2015). Assim, possuindo um grande valor agregado, tanto para o homem como, para produção de ração para alimentação animal, dentre outras atividades agrícolas. Então com o aumento dessa demanda, cresce a necessidade de se encontrar formas de maximizar a produção, para atender essas exigências, sem, no entanto encarecer o sistema de produção, e ainda trazer algum prejuízo ao meio ambiente, como por exemplo, a contaminação do lençol freático, pelo excesso de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), ou pela emissão de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) oriundos do excesso da adubação nitrogenada.

Contudo, o uso do N mineral na cultura do milho, é indispensável para alcançar produções satisfatórias. Mas, o custo por kg de produto aplicado, em muitos casos, torna-se inviável, principalmente para o pequeno produtor, fazendo com que a adubação nitrogenada seja reduzida ou suprimida, afetando a produtividade e conseqüentemente a lucratividade do produtor.

Assim pode-se fazer a combinação do uso de inoculante com doses menores de nitrogênio, estimulando o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho, o que irá diminuir os custos e mantendo as produções em níveis satisfatórios.

O milho por ser uma gramínea necessita de uma grande quantidade de nitrogênio (N), por isso é necessário fazer adubação corretamente a cultura. Quando, se busca produções mais elevadas é preciso fazer o parcelamento das doses do fertilizante para uma melhor eficiência do mesmo. Sendo que, o parcelamento é um tema que vem sendo cada vez mais discutido, levando-se em consideração sua influência na produtividade.

Aliado a isso, o uso inadequado do N, tem levado a um aumento dos custos de produção, tornado um problema o uso de fertilizantes nitrogenados e aumentando a preocupação com possíveis efeitos negativos do excesso de nitrogênio, principalmente na forma de nitrato nos mananciais. Nesse sentido, uma das alternativas que aparecem para tentar manter a nutrição do milho adequada e diminuir o uso de N mineral é a fixação

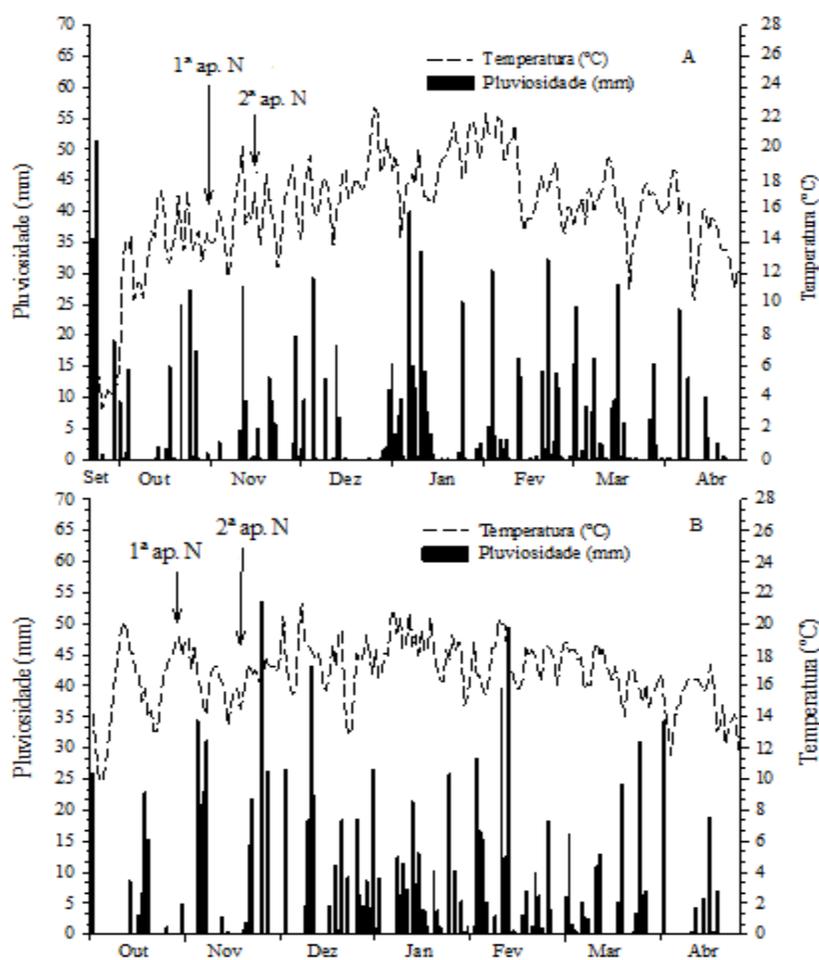
biológica do nitrogênio (FBN). Sendo assim, deve-se incentivar o estudo em FBN para minimizar estes efeitos (CANTARELLA; DUARTE, 2004).

Como relata os autores Okon et al. (1997), Steenhoudt e Vanderleyden, (2002), apesar do uso de bactérias fixadoras de nitrogênio de milho não ser uma prática agrícola consolidada quando comparada com a cultura da soja, alguns trabalhos científicos demonstram interação positiva entre bactérias diazotróficas com a cultura do milho. Através de estudos foi descoberto que estas bactérias são promotoras de crescimento, sendo assim, a inoculação com *Azospirillum spp*, em gramíneas e cereais resultou em aumento de matéria seca, produção de grãos e de acúmulo de N nas plantas, principalmente quando envolveu genótipos de baixo potencial tecnológico (variedades) na presença de baixa disponibilidade de nitrogênio.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a resposta morfológica e produtiva da cultura do milho com o uso de *A.brasilense* associado com doses de nitrogênio, em duas safras.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na fazenda Agropecuária da UFSC Campus Curitibanos nas safras 2013/2014 e 2014/2015, situada a uma latitude 27°16'26.55" sul e longitude de 50°30'14.41" oeste, com altitude de 1000 metros. O clima da região é classificado como Cfb temperado com temperatura média entre 15°C e 25°C, com uma precipitação media anual de 1500 mm. Os dados de precipitação durante o período do experimento são apresentados na Figura 1. O solo é classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g kg<sup>-1</sup> de argila) (EMBRAPA, 2006). Essa área vinha sendo utilizada nos anos anteriores com culturas de grãos, em sistema de plantio direto.



**Figura 1.** Pluviosidade (mm) e temperatura média do ar (°C), durante os períodos de avaliação do experimento em cada ano. Onde A= 2013/14; B = 2014/15. As setas indicam as épocas do parcelamento do nitrogênio na cultura do milho.

Foi realizada a análise química do solo na camada de 0-20 cm de profundidade antes da implantação do experimento, para caracterização da área, a qual é apresentada a seguir: MO: 36,19 g dm<sup>3</sup>, P: 10,70 mg dm<sup>3</sup>, K: 0,10 cmolc dm<sup>3</sup>, pH: 6,00 CaCl<sub>2</sub> e Teor de Argila: 55%. A partir dos valores obtidos, foi calculada a quantidade de nitrogênio a aplicar com base no Manual de Calagem e Adubação (CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo), visando obter uma produção esperada de 10.000 kg ha<sup>-1</sup> de milho, sendo que o N foi fornecido em cobertura, 50% após emergência e 50% no estágio V4 do milho, conforme os tratamentos pré-estabelecidos.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas principais foram alocadas com e sem o uso de inoculante e possuíram dimensões de 64 m<sup>2</sup> (16m x 4m). Nas subparcelas, com 16m<sup>2</sup> (4m x 4m), foi aplicado a dose de nitrogênio em cobertura, como definida para cada tratamento. A inoculação foi realizada utilizando o *A. brasilense* da marca AZOTOTAL<sup>®</sup>, e a dosagem foi efetuada conforme a recomendação do fabricante. Para as sub parcelas as diferentes doses de N testadas foram: 0,75; 150; 300; kg de N ha<sup>-1</sup>, aplicados usando a uréia como fonte (45% de N).

A semeadura do milho foi realizada utilizando uma semeadoura adubadora num espaçamento de 0,70 m, e foi realizada na primeira quinzena do mês de outubro de cada ano, de acordo com o zoneamento de risco climático, sendo que foi usado nos dois anos um híbrido SYN7205, adaptado para a região, buscando uma densidade de 65 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Os tratos culturais, tais como manejo de plantas daninhas e controle de pragas, seguiram as recomendações técnicas para a região.

As avaliações realizadas na cultura do milho foram as seguintes: diâmetro do colmo, altura da planta, altura de inserção da primeira espiga, comprimento da espiga, número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga, peso de mil grãos, rendimento total em kg por ha<sup>-1</sup>.

A altura da planta foi medida desde a superfície do solo até a bainha da folha bandeira com a utilização de uma trena (m). O diâmetro do colmo foi determinado a 20 cm de altura do solo, com o uso de um paquímetro digital (mm) e a altura de inserção da espiga principal foi avaliada desde a superfície do solo até a inserção da espiga, com utilização de uma trena (m).

Para as avaliações dos componentes do rendimento foram selecionadas, aleatoriamente, dez plantas por parcela, em seguida foi realizada a contagem do número de fileiras e de grãos por fileira da espiga principal de cada uma das plantas. Após, mediu-se o comprimento da espiga. A colheita da parcela foi realizada de forma manual, sendo feito em seguida a debulha com o auxílio de uma bateadeira de cereais, sendo posteriormente realizada a pesagem para o rendimento total e massa de mil grãos, com auxílio de uma balança semi-analítica, corrigindo a umidade para 14 % e extrapolando a produção de cada tratamento para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise da variância, a fim de verificar as possíveis diferenças entre os tratamentos. Para o fator inoculante as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para o fator doses foi aplicado à regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 2013/2014

No ano agrícola 2013/2014 não ocorreu interação entre inoculação e as doses de N, para todas as variáveis estudadas. Assim, os resultados serão apresentados separadamente.

A seguir serão apresentados os resultados para o fator inoculação. Para nenhuma das variáveis ocorreram diferenças significativas entre o uso da inoculação ou sem (tabela 1). Mesmo não havendo diferenças, numericamente sem inoculação, apresentou uma tendência de maiores valores, pra todas as variáveis analisadas, refletindo em 1304,1 kg a mais de produtividade/ha.

Tabela 1. Componentes morfológicos e de rendimento da cultura do milho quando comparados com e sem inoculante. Safra 2013/2014.

<b>Componentes</b>	<b>AP</b>	<b>AIE</b>	<b>DC</b>	<b>CE</b>
<b>SI</b>	2,07 a	1,12 a	23,42 a	13,84 a
<b>CI</b>	1,99 a	1,06 a	21,79 a	13,49 a
<b>p ≤ 5%</b>	0,06968	0,17120	0,23741	0,03961
<b>CV (%)</b>	9,04	8,68	11,22	8,74
<b>Componentes</b>	<b>NFE</b>	<b>NGF</b>	<b>MMG</b>	<b>PROD</b>
<b>SI</b>	15,73 a	30,68 a	352,9 a	8901,2 a
<b>CI</b>	15,55 a	28,84 a	351,5 a	7597,1 a
<b>p ≤ 5%</b>	0,35421	0,03595	0,92314	0,02827
<b>CV (%)</b>	2,16	11,54	10,04	21,36

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. AP – Altura da planta (m), AIE – Altura de inserção de espiga (m), DC – Diâmetro de colmo (mm), CE – Comprimento de espiga (cm), NFE – Número de fileira/espiga (n°), NGF – Número de grão/fileira (n°), MMG – Massa de mil grão (g), PROD. – Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), SI – Sem inoculante, CI – Com inoculante, p<sub>≤5%</sub> – Probabilidade, CV (%) – Coeficiente de variação.

Em um estudo similar proposto por Mello (2012) na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, também não houve diferenças significativas entre os tratamentos, com e sem inoculante e doses de N para os componentes avaliados na cultura do milho. Um fator que provavelmente pode ter interferido no processo de associação é a ocorrência de temperaturas extremas maiores de 40 e menores de 20 °C Bashan e Holguin, (1997), limitando dessa forma a fixação Biológica de Nitrogênio. Para Reis et al. (2015) as temperaturas ideais são na faixa dos 37 °C para um bom desenvolvimento do *A. brasilense*. Como pode ser observado no presente estudo, a temperatura média ficou na faixa de 18 °C durante o período deste experimento, proporcionando uma resposta não satisfatória para o ganho de massa no grão.

Presume-se, que tal comportamento tenha sido influenciado pelas condições climáticas observadas (Figura 1 A e B), visto que houve a ocorrência de baixas temperaturas após 25 dias depois da germinação, chegando na faixa 13 °C, assim afetando a interação das bactérias e também o metabolismo das plantas, induzindo as plantas a diminuírem a absorção de nutrientes.

Okon e Labandera, (1994) encontraram resultados abaixo do esperado em relação a fixação biológica de N, uma vez que os resultados presenciados foi crescimento radicular através da ação de promotores crescimento, induzido pelo estímulo dos organismos edafolíticos. Provavelmente, pressupõe-se que poderia ser encontrado no presente estudo uma resposta semelhante, se fosse realizada uma avaliação específica do sistema radicular.

Já para o fator doses de N, observa-se uma resposta linear para os fatores altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo, comprimento de espiga, número de grãos/fileira e produtividade (Figura 2 A, B, C, D, E, F e G respectivamente). A variável massa de mil grãos apresentou diferença significativa (figura 2 G), e a variável número de fileira/espiga (Figura 2 E) apresentou uma linear decrescente. Tal fato é explicado, provavelmente pela cultura passar por um estresse hídrico quando a cultura estava no estágio de enchimento de grãos e assim afetando a quantidade de fileiras na espiga e a massa de mil grãos, e conseqüentemente diminuindo a produção.

Como relata Didonet et al. (2000), a utilização do N disponível promovido da inoculação reflete num maior rendimento na hora da colheita para o N, proporcionando benefícios no aproveitamento da biomassa em benefício aos grãos, resultando em maior massa de mil grãos.

Mesmo com avanços da pesquisa básica e aplicada, os resultados obtidos a campo, quanto a eficácia agrônômica de inoculante a base de *Azospirillum* não são coerentes (HUNGRIA et al., 2010). Experimento utilizando inoculante a base de *A. brasilense* (AbV5 e AbV6), na cultura do trigo nos anos de 2002 a 2006, em 297 localidades na região dos Pampas Argentino (precipitação pluvial na faixa de 500 a 1.000 mm anuais) apresentou em 70% dos locais estudados incremento no rendimento do trigo em torno de 260 kg por hectare (DIAZ-ZORITA et al., 2009). Neste mesmo trabalho é relatado que existe uma correlação positiva entre os maiores rendimento e maiores acúmulos de matéria seca na parte aérea, raízes e na qualidade dos grãos. Os resultados encontrados no presente estudo são diferentes dos observados por Diaz-Zorita et al. (2009), devido a questões edafoclimáticas que podem não ser favorável as estirpes utilizadas. Em outro trabalho

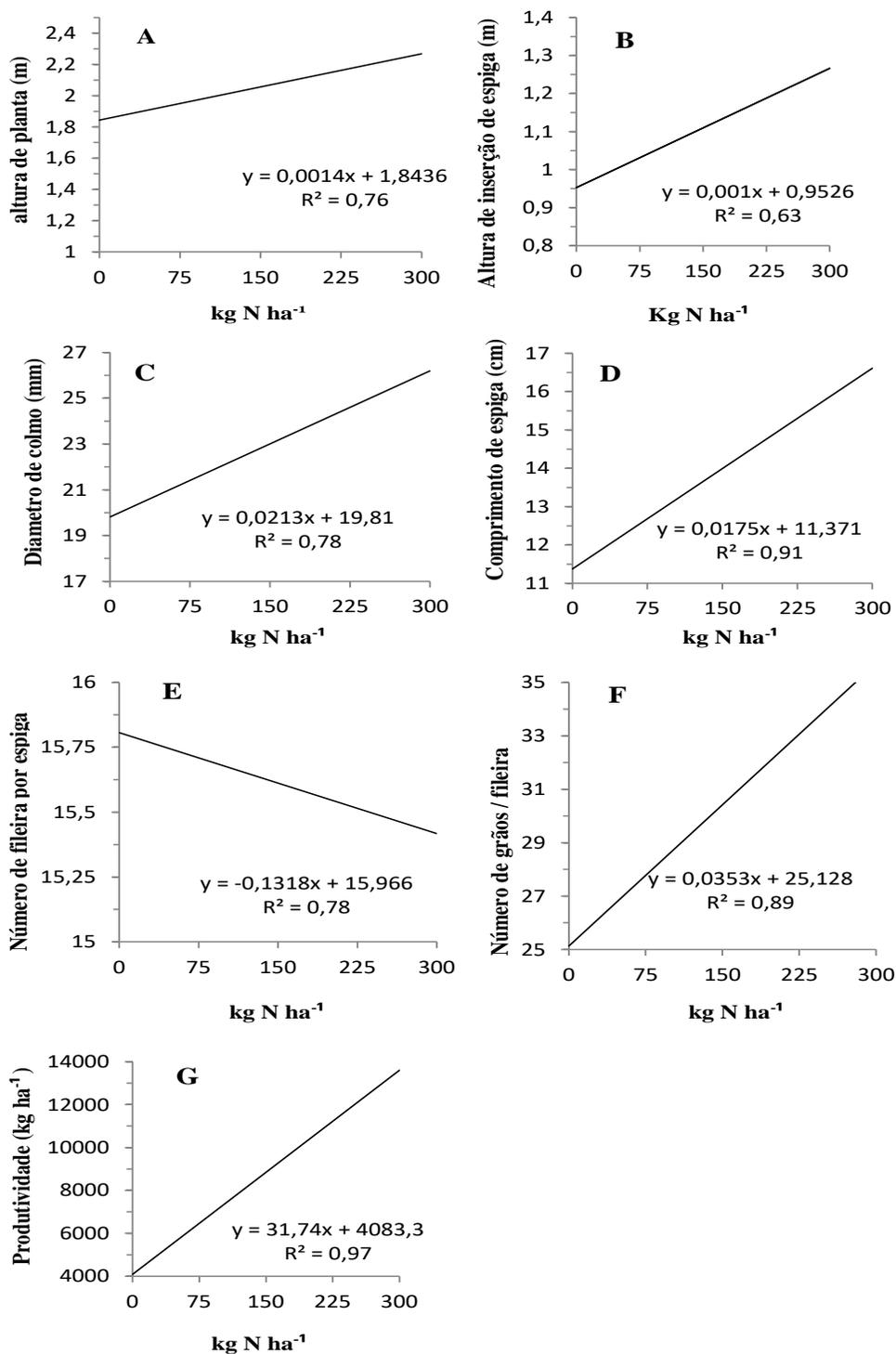
realizado por (BASHAN & HOLGUIN,1997), onde utilizaram varias estirpes de *A. brasilense* em experimento realizado na cultura do trigo, causou um aumento significativo em relação ao tratamento controle no rendimento dos grãos, onde notaram um incremento de 23 a 63% no rendimento.

Já Hungria (2010) realizou um trabalho com nove estirpes do *A. brasilense* e observaram que quatro foram mais eficazes sendo estas: AbV1, AbV5, AbV6 e AbV8 com incremento de 13 a 18% no rendimento a cultura. O fato de ausência de resposta positiva para o uso da inoculação pode ser explicado por vários motivos.

Didonet et al. (2000), aponta que a utilização de diazotróficas em sementes deve levar em consideração que as bactérias estejam amplamente distribuídas no solo, para que as bactérias do gênero *azospirillum* possam competir com as bactérias diazotróficas nativas e com a microbiota do solo. A capacidade competitiva das bactérias diazotróficas com outras se eleva quando o teor de nitrogênio disponível é baixo (SILVA et al., 2007). Onde no estudo podemos observar que não houve uma interação das bactérias, possivelmente pelo teor do N mineral presente neste solo, uma vez que a área vinha sendo utilizada nos anos anteriores com culturas anuais que necessitavam de adubações nitrogenadas.

O nitrogênio mineral presente no ambiente pode influenciar na interação das bactérias diazotróficas com as plantas, onde a enzima que catalisa o N é inibida na presença de formas combinadas de N, como na forma de nitrato e amônio. Por este motivo que a inoculação em solos que contem estas condições não apresenta respostas positivas do uso de *A. brasilense* (BERGAMASCHI, 2006).

O importante é a utilização de bactérias adaptadas ou isoladas em uma mesma área, e da mesma espécie de planta, para se obter uma melhor resposta da inoculação das sementes utilizando bactérias promotoras de crescimento, exemplo as do gênero *Azospirillum* (DIDONET, 1993). Assim pode ocorrer que, a universalização da tecnologia de inoculação pode ser uma problemática quando utilizados as mesmas doses para culturas diferentes, em diferentes tipos de solo e clima. Existem variações entre os genótipos de milho em relação à resposta à adubação nitrogenada, e também existem variações com relação ao comportamento na interação do milho com as bactérias diazotróficas, onde depende muito dos genótipos da planta utilizada e dos microorganismos associados nesta tecnologia (GARCIA DE SALOMONE; DOBEREINER, 1996).



**Figura 2.** Componentes morfológicos e de rendimento com doses de nitrogênio, safra 2013/2014. \*(A) Atura de planta, (B) Altura de inserção de espiga, (C) Diâmetro de colmo, (D) Comprimento da espiga, (E) Número de fileira/espiga, (F) Numero de grãos/fileira, (G) Produtividade.

A produtividade de grãos de milho foi influenciada positivamente pela aplicação de N. Segundo Lopes et al. (2007) o rendimento de grãos de milho é determinado por diversas variáveis, com destaque as relacionadas à espiga e às características dos grãos. Tais autores destacam, principalmente, o número de grãos por planta e por unidade de área, e, em menor escala, pela massa de mil grãos. Observou-se incremento positivo como visto anteriormente para as variáveis: altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo, comprimento de espiga e número de grãos/fileira (figura 2 A, B, C, D e F, respectivamente) no qual apresentaram um acréscimo gradual no rendimento conforme o aumento das doses nitrogenadas, que corresponde com os resultados observados na pesquisa de Cavallet et al. (2000) que utilizaram um produto comercial (Graminante®) a base de *A.brasilense*, onde verificaram aumento médio de 6% no comprimento de espigas.

Observa-se esse ganho nas variáveis analisadas devido que o N influencia diretamente na divisão e expansão celular e no processo fotossintético, favorecendo assim um maior desenvolvimento de área foliar e de sistema radicular (VARVEL et al., 1997), contribuindo para o aumento dessas variáveis.

Vale ressaltar que neste ano atingiram-se produções na faixa de até 14 toneladas por hectares, sendo bem superior a média brasileira ( $5.255 \text{ kg ha}^{-1}$ ), e também superior a média do estado de Santa Catarina ( $7786,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (CONAB, 2015), a qual observa-se um incremento médio de 36% em comparação com a média nacional.

## **2014/2015**

Para o ano agrícola 2014/2015 também não ocorreu interação entre o uso da inoculação e doses de nitrogênio. Quando comparado os fatores individualmente, observa-se que pra o uso ou não do inoculante também não se observa resultado significativo, exceto para a variável número de grãos por fileira que apresentou significância, com diferença de dois grãos por fileira a mais na ausência do inoculante (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os da safra anterior, apresentando uma tendência de maiores valores na ausência do inoculante, refletindo numa maior produtividade, cerca de oito sacas a mais por hectare.

Tabela 2. Componentes morfológicos e de rendimento da cultura do milho quando comparados com e sem inoculante. Safra 2014/2015.

<b>Componentes</b>	<b>AP</b>	<b>AIE</b>	<b>DC</b>	<b>CE</b>
<b>SI</b>	2,42 a	1,37 a	20,83 a	13,81 a
<b>CI</b>	2,42 a	1,38 a	20,23 a	13,24 a
<b>p ≤ 5%</b>	0,00000	0,02583	0,30351	0,01970
<b>CV (%)</b>	24,43	6,87	4,63	7,69
<b>Componentes</b>	<b>NFE</b>	<b>NGF</b>	<b>MMG</b>	<b>Prod</b>
<b>SI</b>	17,29 a	25,76 a	252,68 a	10210,2 a
<b>CI</b>	17,32 a	24,03 b	245,40 a	9733,5 a
<b>p ≤ 5%</b>	0,27904	0,18705	0,58907	0,08531
<b>CV (%)</b>	3,06	8,92	5,43	8,01

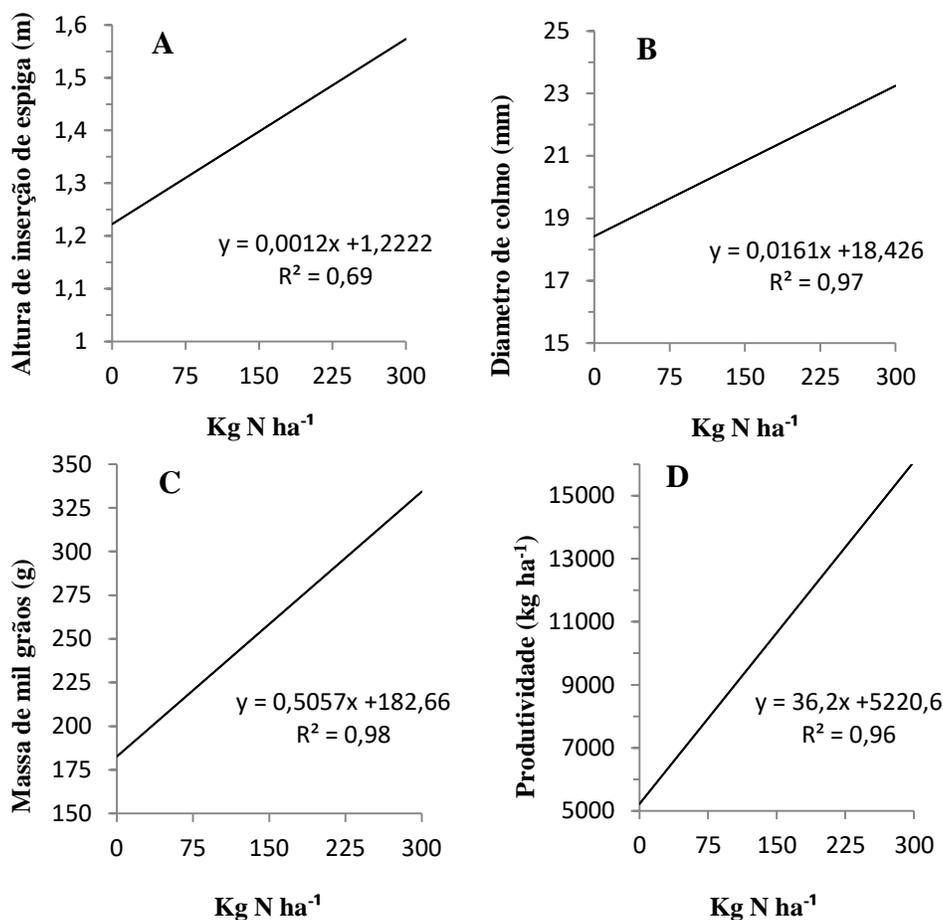
As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. AP – Altura da planta (m), AIE – Altura de inserção de espiga (m), DC – Diâmetro de colmo (mm), CE – Comprimento de espiga (cm), NFE – Número de fileira/espiga (n°), NGF – Número de grão/fileira (n°), MMG – Massa de mil grão (g), Prod – Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), SI – Sem inoculante, CI – Com inoculante, p≤5% – Probabilidade, CV (%) – Coeficiente de variação.

Segundo alguns autores pode-se afirmar que inibição da interação das bactérias esta relacionada diretamente com o teor de nitrogênio (PEREIRA et al., 1979; DONZELI et al., 2000), que pode ocorrer em função da fixação biológica se apresentar altamente onerosa para as células bacterianas. Assim quando o nitrogênio mineral está presente o complexo da nitrogenase não é sintetizado e as bactérias utilizam o nitrogênio mineral disponível.

Como relata (SYLVIA et al., 1998) é muito importante que a capacidade competitiva das diazotróficas sejam superior a população de outras bactérias. Assim é facilmente suplantada a população das diazotróficas por outras populações, que se tornam dominante na presença do nitrogênio.

A produtividade de grãos e seus componentes morfológicos foi influenciada positivamente pela aplicação de N, para altura inserção de espiga, diâmetro de colmo, massa de mil grão e produtividade, ocorreu resposta significativa, com aumento da dose ocorreu um incremento nessas variáveis, de forma linear (Figura 3 A, B, C e D, respectivamente).

Para a variável altura de plantas, comprimento de espiga, número de fileira/espiga e número de grãos/fileira, os resultados não foram significativos.



**Figura 3.** Componentes morfológicos e de rendimento quando comparado as doses de nitrogênio, safra 2014/2015. (A) Altura de inserção de espiga, (B) Diâmetro de colmo, (C) Massa de mil grão, (D) Produtividade.

A massa de mil grãos apresentou significância, provavelmente pela espiga conter menor tamanho, menor número de fileira/espiga e menor quantidade de grãos/fileira, mas apresentando maior massa de mil grãos, por esse motivo alcançou uma produtividade satisfatória, ultrapassando até a média do estado. Porém, o fator climático também influenciou no desenvolvimento da cultura, pois após o primeiro parcelamento do nitrogênio, ocorreu uma estiagem de aproximadamente 20 dias, onde pode ter afetado a absorção pelas plantas e favoreceu as perdas do N para atmosfera.

Já as produtividades alcançadas nesta safra também foram bem acima da média nacional e estadual, apresentando produções nas maiores doses de nitrogênio em torno de

16 toneladas por hectares, comparado a produção da testemunha (0 de nitrogênio) com valores próximos a da média nacional, totalizando 5000 kg ha<sup>-1</sup>.

#### 4 CONCLUSÕES

A inoculação com *Azopirillum brasilense* não influenciou os componentes de rendimento da cultura do milho em ambas as safras.

A produtividade de grãos de milho foi influenciada positivamente pela aplicação de N. A resposta da cultura em produtividade ocorreu de forma linear às doses de nitrogênio aplicadas, chegando a mais de 14000 kg nos dois anos.

É necessário estudos mais regionalizados, para que se tenha maiores informações com relação a eficiência e efeito dessa bactéria associada a cultura do milho.

## Maize performance under no-tillage system with nitrogen fertilization and inoculants use

Luiz Vinicius Figueroa

### Abstract

Maize is one of the most used cereal in the world, its use serves both food and animal feeding, some projections show that there will be an increase in world population, which will require increase food production, especially in Brazil. However, to achieve high yield, maize requires higher nitrogen (N) levels. Thus, inoculation with *Azospirillum brasilense* is an alternative used to supply the N necessity in grass. The aim of this study was to evaluate the morphological and productive response of maize with the use of *A. brasilense* and nitrogen levels in 2013/14 and 2014/15 season crops. The experiment was conducted at UFSC - Curitibanos, under a Cambisol clayey. The experimental design was in randomized blocks, in a factorial scheme with subdivided plots. The main plot was made up with and without the use of inoculant on the seed. The subplots were composed with N levels: 0, 75; 150; 300; kg N ha<sup>-1</sup>. The maize sowing occurred in October 2013 and 2014, in no-tillage system. The productivity evaluations and morphological components were performed in full bloom and after the corn harvest. The data were submitted to analysis of variance, and when no interaction were analyzed separately, where inoculation the means were compared by 5% Tukey test and the doses were applied to regression. For the treatment N doses, there was a gradual increase in grain yield with increasing doses delivered. To inoculant use or not, only the variable number of kernels per row in the harvest 2014/2015 significant difference, and the other variables wasn't observed significance in the two seasons. The inoculant used did not result in an increase corn production indexes, probably because some factors affecting the bacteria effectiveness. The corn had a positive linear response to N application doses reaching productivities exceeding 14000 kg ha<sup>-1</sup> of maize in the two seasons.

**Key words:** *Zea mays*. Biological fixation. No tillage system.

## REFERÊNCIAS

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.V.; BAYER, C. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.23, n.1, p.679-686, 1999.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no rs e sc adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira ciências do solo**, v.26, n.1, p.241-248, 2002

BASHAND, Y. & HOGUIN, G. Azospirillum-plant relationship: Environmental and physiological advances (1990-1996). **Canadian Journal Microbiology**, Ottawa, v.43, p.103-121, 1997.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.21, n.1, p.235-239, 1997.

BERGAMASCHI, C. **Inoculação em solos com estas condições não tenham respostas positivas do uso destas bactérias**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds.). **Tecnologias de produção do milho**. – Universidade Federal de Viçosa, p.139-182. 2004

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* sp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

CONAB- (Companhia nacional de Abastecimento). **Levantamento da safra de grão**. 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&ordem=produto>>. Acesso em: 01 de maio de 2014.

DÍAZ-ZORITA, M.; FERNÁNDEZ-CANIGIA, M.V. Field performance of a liquid formulation of *Azospirillum brasilense* on dryland wheat productivity. **European Journal of Soil Biology**, v. 45, n. 1, p. 3-11, 2009.

DIDONET, A. D.; LIMA, A. S.; CANDATEN, A. A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos em trigo submetidos à inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.2, p.401-411, fev. 2000.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant Growth-Promoting Effects of Diazotrophs in the Rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences**. v.22, n.2, p.107-149, 2003.

DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, E. J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira ciências do solo**, v.32, n.1, p.161-171, 2008.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, p.306, 2006..

FALLIK, E.; OKON, Y.; FISCHER, M.. The effect of *Azospirillum brasilense* inoculation on metabolic enzyme activity in maize root seedlings. **Symbiosis**, v.6, n.1, p.17-28, 1988

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.1, p.63-70, 2012.

FAO – Food And Agriculture Organization Of The United Nations. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 17 de março de 2011.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Parana. **Revista Brasileira ciências do solo**, v.33, p.1721-1732, 2009

GARCIA DE SALOMONE, I.E.; DÖBEREINER, J. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. **Biology and Fertility of Soils**, v.21, n.3, p.193-196, 1996.

HUNGRIA, M.; CAMPO. R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, n.1-2, p.413-425, 2010.

KEENEY, D.R. Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. In: STEVENSON, F.J. **Nitrogen in agricultural soils**. Madison, Soil Science Society of America, p.605-649, 1982.

LOPES, J. S.; DAL'COL, A.; STORCK, L. L.; DAMO, H. P. BRUM, B.; SANTOS, V. J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1536-1542, 2007.

MELLO, N. **Inoculação de *Azospirillum brasiliense* nas culturas de milho e trigo**.2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, p.90, 2012.

OHLAND, R.A.A.; SOUZA, L.C.F.; HERNANI, L.C. 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.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **Applied and Environmental Microbiology**, v.63, n.7, p.366-370, 1997.

PANDOLFO, C.M.; VEIGA, M.; MASSIGNAM, A.M. Resposta do milho à adubação nitrogenada quando cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno, no sistema plantio direto. **Agropecuária Catarinense**, v.19, n.3, p.79-83, 2006.

PAVINATO, P.S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, v.38, p.358-364, 2008.

SILVA, D. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; SEMINOTI, R. J. J.; VOSS, M. Bactérias diazotróficas nas folhas e colmos de plantas de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.2, p.181-187, 2007.

SILVA, G.J.; GUIMARÃES, C.T.; PARENTONI, S.N.; RABEL, M.; LANA, U.G.P.; PAIVA, E. **Produção de haplóides androgenéticos em milho**. EMBRAPA Milho e Sorgo, p.17 (Documentos 81), 2009.

STANFORD, G. Rationale for optimum nitrogen fertilization in corn production. **J. Environ. Qual.**, v.2, p.159-166, 1973.

STEENHOUDT, O.; VANDERLEYDEN, J. *Azospirillum*, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. **FEMS Microbiology Reviews** v.24, p.487-606, 2000.

VARVEL, G.E.; SCHPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, n. 4, p. 1233-1239, 1997.